Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del turismo

DIREZIONE REGIONALE PER I BENI CULTURALI E PAESAGGISTICI DEL VENETO
SOPRINTENDENZA PER I BENI ARCHITETTONICI E PAESAGGISTICI DI VENEZIA E LAGUNA

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO PER LAVORI DI :

LAVORI DI CONSERVAZIONE DELLA FACCIATA, DEL PORTICO E DELLE COPERTURE DELLE PROCURATIE NUOVE – Campate XI – XXXVI
VENEZIA – PIAZZA SAN MARCO

A.F. 2010

Perizia n. del di € 2.789.919,95

D.P.C.M. 10 Dicembre 2010 di ripartizione della quota dell'otto per mille dell'IRPEF a diretta gestione statale per l'anno 2010

C.U.I. 13854 – Importo finanziato 2.789.919,95 Euro

CUP F79G10000330001

Capitolato

Ultimo aggiornamento 14 Agosto 2014-08-14

Perizia di spesa aggiornata ai sensi della legge 9 agosto 2013, n.98

PROGETTO:
Arch. Ilaria Cavaggioni

SOMMARIO

Capitolato

CAPO I – OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO. DESCRIZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE

Art. 1. Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di un intervento di manutenzione e restauro delle campate XI - XXXVI della facciata principale su Piazza San Marco del Palazzo delle Procuratie Nuove, noto anche come Palazzo Reale, sito in Venezia, nel Sestiere di San Marco, di prevalente proprietà demaniale. Sono comprese nell'appalto tutte le lavorazioni, le prestazioni, le forniture e le provviste, nonché le procedure, gli apprestamenti, le attrezzature, le misure preventive e protettive, le prescrizioni operative per la sicurezza e la salute nel cantiere e per la prevenzione degli infortuni, necessari per dare il lavoro completamente compiuto, secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto definitivo a base di gara,
L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e delle conoscenze tecniche ed esecutive esistenti e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.
La forma e le principali dimensioni delle opere che formano oggetto dell'appalto risultano dai grafici di progetto salvo quanto verrà precisato nel momento dell'esecuzione dalla direzione dei lavori.
Trova sempre applicazione l'articolo 1374 del codice civile.
La spesa di tale intervento insiste sull'anno finanziario 2010 - d.P.C.M. 10 Dicembre 2010 di ripartizione della quota dell'otto per mille dell'IRPEF a diretta gestione statale per l'anno 2010
C.U.I. 13854
Importo finanziato 2.789.919,95 Euro
CUP F79G10000330001

Art. 2. Forma e ammontare dell'appalto

L'importo complessivo dei lavori a base d'asta compresi costi per la sicurezza non soggetti a ribasso ammonta a **€ 2.260.200,41** così distinti:
Il quadro economico elaborato in seguito alla redazione della perizia analitica di spesa è riportato nella seguente tabella e risulta aggiornato ai sensi della legge 9 agosto 2013, n.98:

QUADRO ECONOMICO

RIEPILOGO		Importo totale	Importo non soggetto a ribasso	importo soggetto a ribasso
Costi per la sicurezza non soggetti a ribasso		250.595,59	**250.595,59**	0,00
Opere OS2 A	**Capo A**	1.549.340,73	**1.019.821,05**	**529.519,69**
Opere OG2	**Capo B+C+D**	460.264,08	**234.006,23**	**226.257,85**
Totale opere		**2.260.200,41**	**1.504.422,87**	**755.777,54**

Costi per la sicurezza non soggetti a ribasso (assoggettati alla catg. Prevalnte)	250.595,59
opere OS2 A soggette a ribasso	529.519,69
opere OS2 A quota parte della manodopera non soggetta a ribasso	1.019.821,05
Totale opere OS2 A	**1.799.936,32**
Opere OG2 soggette a ribasso	226.257,85
Opere OG2 quota parte della manodopera non soggetta a ribasso	234.006,23
Totale opere OG2	**460.264,08**
TOTALE LAVORI A BASE D'ASTA	**2.260.200,41**
di cui:	
Costi per la sicurezza non soggetti a ribasso	250.595,59
Quota parte opere mano d'opera non soggetta a ribasso (capo A+B+C+D)	1.253.827,28
Totale lavori non soggetti a ribasso	**1.504.422,87**
Opere soggette a ribasso (capo A+B+C+D)	**755.777,54**
Totale lavori OS2 A - OG2 al netto dell'I.V.A.	**2.260.200,41**
IVA 10% lavori a base d’asta	226.020,04
Totale lavori OS2 A - OG2 con I.V.A. 10%	**2.486.220,45**

Le somme del presente elenco sono soltanto indicative degli importi presunti delle diverse categorie di lavori a misura e a corpo e sono, come tali, suscettibili di modifica in più o in meno per effetto di variazioni nelle rispettive quantità tanto in via assoluta quanto nelle reciproche proporzioni oppure per modifiche, soppressione di categorie o sostituzioni, nell'interesse della buona riuscita e dell'economia del lavoro, senza che l'appaltatore possa pretendere compensi diversi da quelli indicati, o prezzi diversi da quelli riportati nell'unito elenco, o indennizzi di sorta. Si richiamano a tale proposito l'art. 132 del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i.,e il Regolamento attuativo DPR 5 ottobre 2010, n.207. di seguito indicato come Regolamento.
Il corrispettivo contrattuale sarà quello risultante dalla somma dell'importo derivante dall'applicazione del ribasso percentuale offerto sull'importo posto a base di gara al netto degli oneri di sicurezza più gli oneri per la sicurezza medesima scorporati dalla stazione appaltante ed evidenziati negli atti di gara.
Si prevede in contratto l'esecuzione di alcune opere di difficile quantificazione e valutazione preventiva da contabilizzarsi in economia secondo il disposto dell'art.179 del DPR 207/2010.

Art. 3. Categoria e classifica dei lavori

La categoria individuata come **categoria prevalente** dei lavori oggetto del presente Capitolato Speciale di Appalto è la **categoria OS2 A – classifica IV**

Totale importo categoria prevalente a base d'asta € 1.799.936,32

Altre categorie **OG2**

Totale importo categoria OG2 - classifica II € 460.264,08

Totale importo lavori a base d'asta
comprensivo dei costi per la sicurezza
€ 2.260.200,41

come risultante dal computo metrico estimativo contenuto nella Perizia di spesa

Art. 4. Descrizione dei lavori e condizioni particolari connesse con la loro esecuzione

Considerato che l'intervento si estende ad un tratto consistente di facciata, si prevede di intervenire in tre fasi successive sia per limitare i disagi conseguenti l'allestimento di un cantiere con montaggio di ponteggi all'interno di un'area pubblica come Piazza San Marco, in cui è massima la concentrazione turistica con transito pedonale, sia per evitare di interferire per tempi troppo prolungati con le attività commerciali al piano terra del palazzo con accesso dal portico ed in particolare con il caffè Florian con plateatico esterno sulla piazza. In particolare, quindi, si prevede di suddividere l'intervento in tre stralci funzionali di lavoro anche in funzione dei finanziamenti accreditati:
I stralcio – campate 11 – 17 (7 campate)
II stralcio – campate 18 – 26 (9 campate)
III stralcio – campate 27 – 36 (10 campate)
Il numero di campate per ogni stralcio sarà comunque verificato dalla DL insieme con il CSE e l'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori in modo che la funzionalità degli stralci operativi sia anche compatibile con le attività commerciali ed in particolare con il plateatico del Caffè Florian.

Per l'esecuzione dei lavori dei lotti I e II si verranno a determinare interferenze con l'attività del Caffè Florian per la presenza del plateatico in corrispondenza dell'area in cui dovranno essere allestiti i ponteggi. Sarà onere dell'Impresa concordare congiuntamente con la Direzione Lavori, con l'Amministrazione comunale e con i responsabili del Caffè Florian le modalità di occupazione del suolo pubblico in modo da ridurre al minimo le interferenze e le limitazioni dell'attività commerciale durante l'esecuzione dei lavori.

Prima dell'inizio dei lavori e prima di intervenire sulle coperture, l'Appaltatore dovrà concordare in forma scritta con la Stazione Appaltante, il Coordinatore della sicurezza e con la Direzione del Museo Correr e del Museo Archeologico le procedure normali di attivazione, disattivazione, manutenzione degli impianti di sicurezza dei ponteggi, collegati direttamente con la Sala regia del Museo Correr,e

quelle relative alla gestione dell'emergenza in caso di segnalazione di intrusione o incendio, nonché le procedure per l'accesso alle soffitte di Palazzo Reale e quelle di attivazione /disattivazione degli impianti di sicurezza durante l'esecuzione dei lavori sulle coperture.

Si segnala che rientra nella categoria OG2 anche l'opera "impianto antipiccione" prevista nel computo, considerata la prevalenza della competenza della ditta ad operare su beni monumentali; il sistema antipiccione dovrà collegarsi all'impianto già installato nei precedenti lotti di lavoro in corrispondenza delle prime 10 campate, di cui il nuovo impianto costituisce la prosecuzione, mantenendo le medesime caratteristiche costruttive, prestazionali e materiali.

Come riportato nell'elaborato di progetto *Computo metrico-estimativo*, l'intervento sulle campate 11-36 oggetto del presente appalto prevede:

- Formazione, nolo e successivo smontaggio di un ponteggio, a ridosso della facciata principale per tutta la sua altezza e a ridosso della tratto corrispondente della controfacciata fino alla quota della rete anticaduta intonaci attualmente esistente a presidio della volta sul sottoportico. Come indicato nello specifico articolo di capitolato, il ponteggio dovrà essere interamente metallico, dovrà essere provvisto, alla sua base e fino a 3 metri circa di altezza, di un rivestimento in pannelli metallici zincati che dovrà consentire l'introspezione visiva alla base del ponteggio, come richiesto da una misura antiterrorismo imposta dalla Questura. Inoltre, il ponteggio dovrà rispettare lo schema riportato nell'allegato B *Ponteggi* di questo capitolato, allo scopo di minimizzare l'impatto dell' intervento di manutenzione in questione tanto sulla attività degli esercizi commerciali che prospettano sull'area del cantiere quanto sulla circolazione pubblica e dovrà essere protetto con idonea rete resistente in PVC che dovrà essere fissata alle strutture del ponteggio mediante idonei dispositivi con esclusione di filo di ferro e/o di altri elementi metallici di fissaggio. E' prevista, inoltre, installazione sul ponteggio di un impianto antifurto/antintrusione e di un impianto di rilevamento incendi. Entrambi le centrali di questi due impianti dovranno essere collegate con i sistemi di allarme del Museo Correr e del Museo Archeologico, ai quali dovranno essere trasmesse, come indicato dal presente capitolato, gli stati di allarme e di guasto.

- Restauro dell'apparato lapideo in pietra d'Istria, comprendente la pulitura, previo (eventuale) preconsolidamento, il consolidamento e la protezione delle superfici lapidee. La pulitura della superfici lapidee dovrà essere condotta fino a raggiungere e mai superare il livello ottimale fissato dalla D.L. <u>con suo insindacabile giudizio</u> e prevede il ricorso a quattro principali tecniche:
1. lavaggio con acqua per eliminare la "crosta bianca", nelle zone esposte a dilavamento e a ri-localizzazione di calcite;
2. impacco biologico a base di urea, per eliminare la "crosta nera" nelle zone sottosquadro protette;
3. trattamento con vapore nelle zone di basso-medio deposito o alla combinazione di tali tecniche, sempre secondo le indicazioni dalla D.L..
4. pulitura a secco mediante microtrapano con spazzolini morbidi.
Sono inoltre previsti: la rimozione meccanica dei depositi compatti, in particolare di guano; la disinfestazione dai biodeterogeni con applicazioni ripetute nelle zone dilavate di biocidi in soluzione acquosa. E' stato inoltre previsto anche l'eventuale ricorso - prevedibilmente circoscritto a casi particolari e quantitativamente limitati - ad altre tecniche di pulitura che prevedono impiego di:
4. impacchi basici a base di carbonato di ammonio;
5. resine a scambio ionico;

- Consolidamento dell'apparato lapideo, in una accezione estesa del termine che include:
stuccatura di lesioni e giunti del paramento lapideo, previa rimozione manuale di precedenti stuccature degradate;
incollaggio di parti fessurate o distaccate, con resina epossidica - eventualmente opportunamente caricata con inerti e con inserimento di perni;
trattamento passivante antiruggine di organi metallici ossidati presenti nel paramento lapideo, quali arpesi, grappe, chiavelle, se recuperabili, oppure loro sostituzione analoghi nuovi elementi in acciaio AISI 316, inseriti con piombo o resina epossidica.

- Protezione finale basata sulla idrofobizzazione di <u>tutta</u> la superficie mediante applicazioni a pennello di resina di tipo silossanico;

- Intervento di manutenzione degli oscuri lignei mediante la rimozione delle vernici recenti, la realizzazione di tasselli lignei delle parti degradate o mancanti, la revisione della ferramenta e la verniciatura finale.

- Intervento di restauro delle coperture realizzato mediante la rimozione del manto di copertura in coppi, la verifica dello stato di conservazione delle teste delle capriate della struttura principale, la sostituzione della guaina impermeabilizzante con la messa in opera di lastre ondulate fibrobituminose e la ricollocazione dei coppi di copertura legati tra loro con idonei ganci in rame.

- L'installazione di un impianto elettrostatico di allontanamento dei piccioni che dovrà essere collegato all'impianto già installato sulle prime 10 arcate. L'impianto dovrà coprire per intero sia la facciata su Piazza San Marco sia la controfacciata interna.

- Ore in economia per opere di completamento di non facile quantificazione preventiva

Art. 5. Opere escluse dall'appalto

Sono escluse dall'appalto e saranno oggetto di incarico separato, anche ad altre ditte e soggetti, le indagini mediante prove ultrasoniche, e le analisi chimiche e i rilievi morfologici e stratigrafici delle superfici.
Resta inteso che l'impresa principale dovrà consentire l'accesso e l'uso del ponteggio a tutte le altre imprese a cui la Stazione Appaltante affiderà i lavori sopra indicati secondo i tempi previsti nel cronoprogramma e/o sulla base di accordi da stipulare preliminarmente sotto la supervisione della Stazione Appaltante senza richiedere speciali compensi, a meno che non vengano superati i tempi previsti nel programma operativo dei lavori, nel qual caso verranno applicati, e corrisposti all'appaltatore, i prezzi di nolo dei ponteggi adottati a quella data nel prezzario della Stazione Appaltante, e resta a disposizione per opere di assistenza ordinate dalla Direzione lavori o per opere che riguardano la sicurezza mediante ordini di servizio trascritti sul giornale dei lavori.

Art. 6. Forma e principali dimensioni delle opere

La forma e le dimensioni delle opere, che formano oggetto dell'appalto, risultano dai disegni allegati al contratto.

Art. 7. Norme per la misurazione dei lavori

Per quanto riguarda la misurazione delle superfici lapidee, sono state scartate, quando non esplicitamente previste, regole di misurazione ad alto grado di approssimazione, come la misura vuoto per pieno o la semplice proiezione su un piano.

L'apparato lapideo di rivestimento di facciata e controfacciata, costituito da tre ordini architettonici sovrapposti, dorico, ionico e corinzio, è stato scomposto negli elementi architettonici componenti tali ordini, quali sopracornice, eventuali mensole di sostegno della sopracornice, sottocornice, fregio, architrave, capitello, fusto, base, eventuale piedistallo di colonna, balaustre, specchiature, ecc.. Per ciascuno di questi elementi sono state stimate le superfici, in genere modanature, che li compongono, per tipi di modanatura, quali listello, tondino, gola dritta, gola rovescia, toro, scozia, guscio, ecc.. Nel caso di modanature non lisce e nel caso di elementi di tipo scultoreo, quale è quello dei pennacchi, delle protomi in chiave agli archi, del fregio ionico con puttini, degli intradossi degli archi, ecc., sono stati applicati dei coefficienti maggiorativi delle superfici prescelti in funzione dell'altezza del rilievo (se a tutto tondo, altorilievo, bassorilievo) e della ricchezza della decorazione, fino ad un valore massimo di 1,8.
Gli elementi architettonici, le regole di misurazione, i coefficienti maggiorativi, le superfici convenzionali risultanti sono riportati nell'allegato A *Elementi architettonici* - *Superfici,* che fa parte integrante del presente capitolato ed è stato redatto sulla base del rilievo fotogrammetrico a disposizione dell'Amministrazione e delle misurazioni già effettuate in opera nel corso di precedenti lotti di lavoro. L'elaborato *Superfici* contiene anche una stima indicativa delle superfici di pulitura, disinfezione e protezione basata sulla osservazione del degrado da piè d'opera e su alcune ipotesi sul tipo di deposito.

Principali regole di calcolo della superficie

A. Apparato lapideo

Modanature: La superficie degli elementi a sviluppo prevalentemente lineare, quali architravi, fregi, cornici di trabeazione, ecc., è stata stimata pari alla somma delle superfici delle modanature componenti, riportata nell'elaborato *Superfici,* ciascuna delle quali è data dal prodotto del profilo della modanatura per la sua lunghezza massima , moltiplicata per il coefficiente maggiorativo prescelto in ciascun caso.
Capitelli: Nel caso del capitello corinzio, la misura convenzionale della sua superficie è stata posta pari all'area della superficie laterale del volume "di inviluppo", semitroncoconico, di altezza compresa tra la quota di imposta del capitello e quella di imposta della trabeazione superiore. Nel caso del capitello dorico invece, la sua superficie deriva dalla somma delle superfici delle modanature componenti, mentre nel caso del capitello dell'ordine maggiore ionico, la sua superficie deriva in parte dalla somma delle superfici delle modanature componenti e in parte, in particolare nella zona delle volute, dal ricorso a volumi semplici di inviluppo, come nel caso del capitello corinzio.
Fusti di colonna: La superficie laterale del fusto della colonna è stata posta uguale all'area laterale del semicilindro avente per altezza quella del fusto, e come circonferenza o semicirconferenza di base la media tra la circonferenza di ampiezza minima e quella di entasi.
Basi e piedistalli: Quando non derivata direttamente dalla somma delle superfici delle modanature componenti, la superficie di tali elementi è stata posta pari all'area del rettangolo di altezza pari allo sviluppo del profilo della base o del piedistallo e di base pari alla lunghezza della membratura più sporgente.
Balaustre: La superficie delle balaustre, escluse le cornici sommitali e di base, calcolate a parte come modanature a sviluppo lineare, è stata posta pari alla superficie della superficie di ogni singola colonnina
Intradossi di archi: Tali superfici sono state poste pari al rettangolo di altezza pari alla lunghezza massima dell'arco e di base pari alla sua profondità. Anche in questo caso sono stati applicati coefficienti maggiorativi a seconda della ricchezza della lavorazione. Analogamente, la superficie degli archivolti degli archi è stata stimata pari al prodotto della lunghezza massima dell'arco per l'altezza della cornice di archivolto, al netto di eventuali altri elementi particolarmente aggettanti come le protomi in chiave, quando non diversamente stabilito.
Elementi scultorei particolari: Quali, ad esempio, la cornice dell'oculo dell'ordine corinzio, il puttino del fregio torato ionico, i pennacchi dorico e ionico, le protomi doriche e ioniche. Per essi, la superficie effettiva è stata stimata considerando specifiche proiezioni della loro superficie di inviluppo. A questa misura sono stati applicati coefficienti maggiorativi differenziati, a seconda dell'altezza del rilievo e della ricchezza della lavorazione.

B. Serramenti
Nella manutenzione degli scuri in legno, la misurazione della superficie effettiva verrà effettuata computando una sola volta la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la manutenzione del telaio fisso.

C. Ponteggi
Le misurazioni sono effettuate in opera prendendo in considerazione la massima lunghezza e/o la massima altezza. Sono incluse nel prezzo a mq tutte le tavole di avvicinamento a qualunque punto della superficie lapidea oggetto di lavorazione, qualunque sia la loro distanza dal ponteggio**,** nonché tutte le modifiche al ponteggio che in corso d'opera si renderanno necessarie per consentire le diverse lavorazioni

Art. 8. Variazioni delle opere progettate

L'Amministrazione si riserva la insindacabile facoltà di introdurre nelle opere, all'atto esecutivo, quelle varianti che riterrà opportune, nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi, di qualsiasi natura e specie, non stabiliti nel vigente Capitolato Generale approvato con D.M 19 aprile 2000 n. 145, come previsto dall'art. 253, c. 3 del D. Lgs. 12 aprile 2006, n. 163, recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE" di seguito denominato Codice e nel presente Disciplinare descrittivo.

Dovranno essere comunque rispettate le disposizioni del Codice sopraddetto.

Art. 9. Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori

Nell'andamento dei lavori l'Impresa dovrà strettamente attenersi a quanto previsto nel cronoprogramma e all'art.4 di questo Capitolato.

La Stazione appaltante si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.
Una volta montati i ponteggi, l'appaltatore dovrà rendersi disponibile a condurre i lavori in coordinamento con gli altri soggetti intitolati a svolgere le indagini e lavorazioni previste nel Computo Metrico Estimativo ma non oggetto del presente appalto, senza fare richiesta, per questo, di speciali compensi, specificatamente ai seguenti punti delle Somme a Disposizione dell'Amministrazione: c2 a – *Indagini scientifiche*; c2 b/c2 c - *Analisi chimiche;* c2 e/c2 f - *Rilievi e indagini conoscitive;* C 3a *Rimozione temporanea Impianto di illuminazione Pubblica,* secondo i tempi previsti nel cronoprogramma e/o sulla base di accordi da stipulare preliminarmente sotto la supervisione della Stazione Appaltante. In particolare, in tali accordi dovrà essere specificato che l'appaltatore consentirà l'uso del ponteggio a tutte le altre imprese a cui la Stazione Appaltante affiderà i lavori di cui ai punti sopra indicati delle Somme a disposizione senza richiedere speciali compensi, a meno che non vengano superati i tempi previsti nel programma operativo dei lavori, nel qual caso verranno applicati, e corrisposti all'appaltatore, i prezzi di nolo dei ponteggi adottati a quella data nel prezzario della Stazione Appaltante.
L'appaltatore si impegna inoltre a concordare con i responsabili del sistema d'allarme del Museo Correr:
- le specifiche modalità di collegamento a tale sistema delle centrali degli impianti di a) segnalazione fumi e di b) antifurto e antintrusione di cui, secondo quanto previsto nel Computo metrico estimativo, di cui dovrà essere dotato il ponteggio;
- le modalità di gestione "normale" dei due impianti;
- le modalità di gestione delle situazioni di segnalato allarme per furto, intrusione, incendio.

Gli specifici accordi in merito dovranno essere redatti in forma scritta sotto la supervisione della Stazione Appaltante, senza costi aggiuntivi oltre quelli previsti nel Computo metrico estimativo, e contenere una chiara ripartizione dei compiti e delle responsabilità.

CAPO II DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO E MODO DI VALUTARE I LAVORI

Art. 10. Disegni esecutivi di cantiere e relazione a consuntivo

Gli elaborati progettuali forniti dall'Amministrazione comprendono il progetto di manutenzione e restauro che sono stati predisposti dai tecnici incaricati dall'Amministrazione.

In sede di gara di appalto l'Appaltatore, dopo essersi recato sul posto ove devono eseguirsi i lavori, ed aver preso conoscenza delle condizioni locali, nonché di tutte le circostanze generali e particolari che possano aver influito sulla determinazione delle scelte tecniche proposte, dei prezzi, delle condizioni contrattuali e degli elementi che possano influire sull'esecuzione dell'opera, accetta totalmente e fa sue le condizioni economiche e tecniche del progetto a base d'asta.

Sulla scorta dei disegni definitivi di progetto e di tutti gli elaborati tecnici allegati, l'Appaltatore dovrà redigere i disegni di cantiere che saranno aggiornati in corso d'opera. I disegni, redatti nelle scale più opportune a giudizio della D.L. dovranno indicare in modo chiaro:

1. la mappatura dello stato di conservazione delle superfici lapidee con indicazione puntuale delle diverse forme di deposito, le alterazioni, le mancanze, integrando il LESSICO DELLE ALTERAZIONI MACROSCOPICHE DEI MATERIALI LAPIDEI NorMaL 1/88 con descrizioni specifiche delle diverse stratificazioni e loro caratterizzazione secondo le indicazioni della Direzione Lavori;
2. la mappatura di eventuali fessurazioni, fratturazioni e/o discontinuità costruttive evidenziando nella restituzione grafica, le variazioni della geometria, i fuori squadro, i fuori piombo, le variazioni della morfologia correlabili allo stato di alterazione della struttura;
3. la mappatura dei tasselli e di interventi manutentivi realizzati nel corso del tempo sulla fabbrica e ancora riconoscibili attraverso la lettura morfologica delle superfici e delle sue tratificazioni nonché dei giunti di malta;
4. la mappatura degli interventi effettivamente svolti con indicazione dei materiali e tecniche impiegate, sia in corrispondenza delle superfici lapidee di facciata sia sulle strutture di

copertura, con redazione di singole schede di intervento in relazione alle tecniche impiegate che saranno concordate con la Direzione Lavori

Nella redazione di tutti i disegni esecutivi di cantiere l'Appaltatore dovrà tenere conto delle indicazioni della Direzione Lavori e dovrà concordare con la stessa tutti i dettagli strutturali, architettonici e tecnologici; dovrà inoltre tenere conto delle eventuali variazioni che l'Amministrazione, a sua insindacabile facoltà, intenderà opportuno introdurre nelle opere nel rispetto delle prescrizioni di cui al precedente punto, senza che l'Appaltatore possa trarne motivo per avanzare pretese di compensi ed indennizzi di qualsiasi natura e specie, non previsti dal vigente capitolato generale o dal presente capitolato speciale.

Questi elaborati saranno considerati integrativi del progetto definitivo originale dopo aver ottenuto il benestare della D.L..

Nel caso di modifiche ritenute di rilievo a giudizio della D.L. i disegni di cantiere saranno accompagnati dagli elaborati di calcolo redatti da tecnici abilitati compensati dall'Appaltatore, in cui siano state eseguite le necessarie verifiche nel rispetto della normativa vigente.

ART. 11 - Prezzi contrattuali – disposizioni generali

I prezzi contrattuali derivano dall'applicazione ai singoli prezzi previsti nell'elenco prezzi unitari del ribasso percentuale offerto in sede di gara.

Nei prezzi contrattuali prefissati per ciascun lavoro si intende compresa e compensata, senza eccezione, ogni materia e spesa sia principale che accessoria, provvisionale ed effettiva, che occorra al compimento del lavoro a cui il prezzo si riferisce, anche quando tali oneri non siano esplicitamente o completamente dichiarati negli articoli e nelle indicazioni particolari riportate dall'elenco prezzi unitari . Tutti i prezzi sopra richiamati resteranno fissi ed invariabili per tutta la durata del contratto.

Detti prezzi comprendono:

a) per i materiali, ogni spesa per la fornitura, trasporti, dazi, cali, perdite, sprechi, ecc. nessuna eccettuata, per darli pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto di lavoro;

b) per gli operai a mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi da mestiere, nonché le quote per assicurazioni sociali, per gli infortuni ed accessori di ogni specie, beneficio, ecc., nonché nel caso di lavoro notturno anche la spesa per illuminazione dei cantieri di lavoro;

c) per i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi d'opera pronti al loro uso, accessori, ecc., tutto come sopra;

d) per i lavori a misura ed a corpo tutte le spese per mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, tutte le forniture occorrenti e loro lavorazioni ed impiego, indennità di cave, di passaggi, di depositi, di cantiere, mezzi d'opera provvisionali, nessuna esclusa, carichi trasporti e scarichi, ecc. e quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli o nei prezzi.

I prezzi medesimi, per i lavori a misura, a corpo o in economia, diminuiti nella loro integrità del ribasso offerto, sotto le condizioni tutte del contratto e del presente Capitolato, si intendono accettati dall'appaltatore in base ai calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio, e quindi sono fissi ed invariabili ed indipendenti da qualsiasi eventualità. Per quanto attiene l'impiego della mano d'opera in economia la variazione offerta sarà applicata soltanto alla maggiorazione relativa alle spese generali ed utili dell'impresa.

Qualora non sia reperibile il prezzo relativo ad una lavorazione, si procederà alla pattuizione di nuovi prezzi secondo quanto stabilito dal Regolamento.

Gli oneri di sicurezza sono compensati a parte con l'importo appositamente stanziato dall'amministrazione ed evidenziato negli atti di gara secondo il disposto dell'art. 131 del D.Lgs. n. 163/2006 e s.m. e i. e del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.e i.

Il compenso per i lavori da eseguire, diminuito del ribasso offerto, si intende accettato dall'Appaltatore in base ai calcoli di propria convenienza a tutto suo rischio ed è invariabile. E' esclusa ogni forma di revisione prezzi e non si applica il primo comma dell'art. 1664 del Codice Civile, ai sensi di quanto previsto dall'art. 133 comma 2 del Codice.

ART. 12 - Lavori non previsti –nuovi prezzi –lavori in economia

Per eventuali categorie di lavori non contemplate nelle voci dell'elenco prezzi allegato, si procederà alla promozione di nuovi prezzi con le modalità stabilite dal Regolamento in materia di LL.PP. di cui all'art.5 del Codice.

Nell'eventualità che si proceda all'esecuzione di opere non previste o per le quali non si abbiano corrispondenti prezzi nell'elenco prezzi unitari offerti dall'appaltatore, si procederà alla promozione di nuovi prezzi utilizzando, laddove presente il prezzo relativo alla lavorazione necessaria, il prezzario della Soprintendenza e/o mediante analisi, costruita attraverso analogia e similitudine con i prezzi offerti e il prezzario della Soprintendenza.
Ai nuovi prezzi così individuati si applica il ribasso di gara.
I nuovi prezzi per le misure di sicurezza sono calcolati a parte quando il Coordinatore per la sicurezza in fase esecutiva ne ravvisi esigenza.
La D.L., inoltre, potrà chiedere l'esecuzione dei lavori non previsti in economia.
Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguire e provvisti dei necessari attrezzi. I macchinari e mezzi d'opera dati a noleggio dovranno essere in perfetta efficienza e forniti di tutti gli accessori per il loro perfetto funzionamento. I materiali in provvista a piè d'opera dovranno avere le medesime caratteristiche di quelli indicati nell'Elenco prezzi unitari relativi alle opere finite.
A cura dell'appaltatore le note delle ore in economia che dovranno essere giornalmente depositate presso l'ufficio della D.L., e firmate dall'assistente.

ART. 13 - Revisione dei prezzi

Ai sensi dell'articolo 133, commi 2 e 3 del Codice dei contratti, e successive modifiche e integrazioni, è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del codice civile.

Ai sensi dell'articolo 133, commi 4, 5, 6 e 7, del Codice dei contratti, in deroga a quanto previsto dal comma 1, qualora il prezzo di singoli materiali da costruzione, per effetto di circostanze eccezionali, subisca variazioni in aumento o in diminuzione, superiori al 10 per cento rispetto al prezzo rilevato dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti nell'anno di presentazione dell'offerta con apposito decreto, si fa luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la percentuale eccedente il 10 per cento, alle seguenti condizioni:

a) le compensazioni in aumento sono ammesse con il limite di importo costituito da:

a1) somme appositamente accantonate per imprevisti, nel quadro economico dell'intervento, in misura non inferiore all'1 per cento dell'importo dei lavori, al netto di quanto già eventualmente impegnato contrattualmente per altri scopi o con altri soggetti;

a2) eventuali altre somme a disposizione della stazione appaltante per lo stesso intervento nei limiti della relativa autorizzazione di spesa;

a3) somme derivanti dal ribasso d'asta, qualora non ne sia stata prevista una diversa destinazione;

a4) somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della stazione appaltante nei limiti della residua spesa autorizzata e disponibile;

b) all'infuori di quanto previsto dalla lettera a), non possono essere assunti o utilizzati impegni di spesa comportanti nuovi o maggiori oneri per la stazione appaltante;

c) la compensazione è determinata applicando la percentuale di variazione che eccede il 10 per cento al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni contabilizzate nell'anno solare precedente al decreto ministeriale, nelle quantità accertate dal Direttore dei lavori;

d) le compensazioni sono liquidate senza necessità di iscrizione di riserve ma a semplice richiesta di una delle parti, accreditando o addebitando il relativo importo, a seconda del caso, ogni volta che siano maturate le condizioni di cui al presente comma, entro i successivi 60 (sessanta giorni), a cura della direzione lavori qualora non sia ancora stato emesso il certificato di collaudo provvisorio o il certificato di regolare esecuzione , a cura del responsabile del procedimento in ogni altro caso.

Art. 14. Documenti che fanno parte del contratto

Fanno parte integrante del contratto d'appalto, oltre al presente Capitolato Speciale, il Capitolato Generale d'appalto dei lavori pubblici approvato con decreto n. 145 del 19.04.2000 del Ministro dei LL.

PP. per la parte ancora in vigore dopo la parziale abrogazione intervenuta dopo l'emanazione del D.P.R. 207/2010 ed i seguenti elaborati grafici e cartacei del progetto definitivo:

1. RELAZIONE STORICA E RELAZIONE TECNICA
2. RILIEVO E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
3. ELABORATI GRAFICI DI PROGETTO
4. COMPUTO METRICO ESTIMATIVO CON QUADRO ECONOMICO;
5. ELENCO DEI PREZZI UNITARI CON L'ANALISI DEI PREZZI;
6. PIANO DI SICUREZZA E DI COORDINAMENTO;
7. CRONOPROGRAMMA;
8. CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO CON ALLEGATO A *Elementi architettonici*; B *Schema ponteggi;*
9. SCHEDA TECNICA.

Art. 15. Qualificazione delle imprese appaltatrici

Per quanto riguarda i lavori indicati dal presente Disciplinare descrittivo è richiesta la qualificazione dell'Impresa per le seguenti categorie e classifiche così come richiesto dalle modalità previste dal D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 recante il Regolamento di attuazione del Codice dei Contratti Pubblici, come previsto dall'art. 40 del Codice fatto salvo quanto previsto all'art. 61 c.2 del Regolamento:
- Categoria OS2A classifica IV
- Categoria OG2 classifica **II**

Art. 16. Cauzione provvisoria

Le imprese che partecipano alla gara d'appalto dovranno corredare la presentazione dell'offerta con una cauzione pari al 2% dell'importo dei lavori che potrà essere costituita mediante fideiussione bancaria/assicurativa ai sensi dell'art. 75 del D.P.R. 12 aprile 2006 n. 163, recante "Codice dei contratti pubblici di lavori, servizi e forniture " di seguito denominato Codice.

Art. 17. Cauzione definitiva

L'Impresa appaltatrice è obbligata a costituire a titolo di cauzione definitiva una garanzia fideiussoria pari al 10% dell'importo dei lavori, ai sensi dell'art. 113 del Codice.
Qualora i lavori oggetto del presente Capitolato vengano aggiudicati con ribasso d'asta superiore al 10%, la fideiussione bancaria o polizza assicurativa è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10%, come previsto dall'art. 113 co. 1 del Codice; ove il ribasso sia superiore al 20%, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20%.
La fideiussione bancaria o assicurativa di cui ai commi precedenti, secondo quanto indicato dal comma 4 del citato articolo, dovrà prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della Stazione appaltante.

Art. 18. Disciplina del subappalto

L'affidamento in subappalto di parte delle opere e dei lavori deve essere sempre autorizzato dalla Stazione appaltante ed è subordinato al rispetto di quanto disposto dall'art. 118 del Codice nonché dall'art. 170 del d.P.R. n. 207/2010, tenendo presente che la quota subappaltabile della categoria prevalente non può essere superiore al 30%.
In caso di subappalto regolarmente autorizzato dalla Direzione Lavori, la Soprintendenza resta completamente estranea al rapporto intercorrente tra l'Impresa e la Ditta subappaltatrice.
L'Impresa appaltatrice resta sempre l'unica responsabile della buona e regolare esecuzione di tutti i lavori nei confronti della Committenza ai sensi di quanto previsto dall'art. 118.

Art. 19 - Trattamento dei lavoratori

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Impresa appaltatrice è tenuta ad osservare, integralmente, il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi, nazionale e territoriale, in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori.
L'Impresa appaltatrice si obbliga, altresì, ad applicare il contratto o gli accordi medesimi, anche dopo la scadenza e fino alla loro sostituzione, e, se cooperative, anche nei rapporti con soci.
I suddetti obblighi vincolano l'Impresa appaltatrice, anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o se receda da esse, e ciò indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura, dalla dimensione dell'Impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.
L'Impresa appaltatrice è responsabile in solido, nei confronti della Stazione appaltante, dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti.
Il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato, non esime l'Impresa appaltatrice dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante.
L'Impresa appaltatrice è inoltre obbligata ad applicare integralmente le disposizioni di cui al comma 6 dell'art. 118 ed all'art. 131 del Codice.
L'Impresa appaltatrice è inoltre obbligata al versamento all' INAIL, nonché, ove tenuta, alle Casse Edili, agli Enti Scuola, agli altri Enti Previdenziali ed Assistenziali cui il lavoratore risulti iscritto, dei contributi stabiliti per fini mutualistici e per la scuola professionale.
L'Impresa appaltatrice è altresì obbligata al pagamento delle competenze spettanti agli operai per ferie, gratifiche, ecc. in conformità alle clausole contenute nei patti nazionali e provinciali sulle Casse Edili ed Enti-Scuola.
Tutto quanto sopra secondo il contratto nazionale per gli addetti alle industrie edili vigente al momento della firma del presente capitolato.

Art. 20 - Coperture assicurative

In conformità all'art. 129 del Codice, nonché dell'art. 125 del Regolamento, l'Impresa aggiudicataria è obbligata a stipulare una o più polizze assicurative con decorrenza minima di 10 giorni prima della consegna dei lavori e fino all'emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione, che tengano indenni la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore; inoltre la polizza dovrà prevedere anche una garanzia di responsabilità civile per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori.

Di conseguenza è onere dell'Impresa appaltatrice, da ritenersi compensato nel corrispettivo dell'appalto, l'accensione, presso compagnie di gradimento della Stazione appaltante, di polizze relative a:

1) assicurazione che copra i danni subiti dalla Stazione Appaltante a causa di danneggiamenti, distruzione totale o parziale di impianti ed opere preesistenti, di incendi di tutte le opere e del cantiere dall'inizio dei lavori fino al collaudo finale. In considerazione dell'eccezionale valore storico-artistico dell'edificio, l'importo della somma assicurata non può corrispondere all'importo del contratto come previsto dall'art.125 c.1 del Regolamento ma sarà pari ad un massimale di € 5.000.000,00 (cinquemilioni), comprendendo nel valore assicurato anche le opere eseguite da altre Ditte. L'assicurazione contro tali rischi dovrà farsi con polizza intestata alla Stazione appaltante (art. 125 del Regolamento)

2) assicurazione RCT per il massimale di € 5.000.000,00 (cinquemilioni/00) per danni a persone, a cose e animali; tale polizza dovrà specificatamente prevedere l'indicazione che tra i terzi aventi diritto sono compresi i rappresentanti della Stazione appaltante, della direzione dei lavori e dei soggetti preposti all'assistenza giornaliera e al collaudo" (art. 125 Regolamento);

Le polizze di cui ai precedenti commi devono portare la dichiarazione di vincolo a favore della Stazione appaltante. Esse devono coprire l'intero periodo dell'appalto fino al completamento della consegna delle opere; devono altresì risultare in regola con il pagamento del relativo premio per lo stesso periodo indicato e devono essere esibite alla Stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori e comunque prima della liquidazione del primo stato d'avanzamento, alla quale non si darà corso in assenza della documentazione comprovante l'intervenuta accensione delle polizze suddette.

Art. 21. Consegna lavori - Programma operativo lavori - Inizio e termine per l'esecuzione – Sospensioni

Il Direttore dei lavori consegnerà i lavori all'Impresa appaltatrice entro 45 giorni dalla data di stipula del contratto. Si richiamano integralmente gli artt. 153 e segg. del Regolamento e le disposizioni del Capitolato Generale d'Appalto per quanto ancora vigenti.
Tale consegna avverrà nel giorno, nell'ora e nel luogo indicati dalla Stazione Appaltante e sarà certificata mediante processo verbale di consegna dei lavori redatto secondo le modalità previste dall'art. 154 del Regolamento. In tale circostanza l'Appaltatore dovrà esibire le polizze assicurative contro gli infortuni, i cui estremi dovranno essere esplicitamente richiamati nel verbale di consegna.
L'Impresa appaltatrice si impegna ad iniziare immediatamente i lavori, e comunque non oltre dieci giorni dal verbale di consegna, nonché a proseguirli, attenendosi al programma operativo di esecuzione da essa redatto in modo da completarli entro i termini previsti nel presente Capitolato.
Il tempo contrattuale previsto dal presente Capitolato speciale è comprensivo di eventuali imprevisti ed oneri che possano insorgere ed avere riflessi sullo svolgimento dei lavori. Pertanto, gli eventuali ritardi non daranno diritto all'Appaltatore a proroghe, né ad indennizzi o compensi di sorta.
L'Appaltatore dovrà dare ultimate tutte le opere appaltate entro il termine di giorni 870 **(ottocentosettanta)** naturali e consecutivi dalla data del verbale di consegna. Per ogni giorno di ritardo è stabilita una penale pecuniaria nella misura dell'uno per mille da calcolarsi sull'importo netto del contratto.
Le sospensioni parziali o totali delle lavorazioni, anche quelle contemplate nel programma operativo dei lavori, non danno diritto all'Impresa di richiedere compenso o indennizzo di sorta né protrazione di termini contrattuali oltre quelli stabiliti dall'art. 24 del Capitolato Generale d'appalto dei lavori pubblici.
Nell'eventualità che, successivamente alla consegna dei lavori insorgano, per cause imprevedibili o di forza maggiore, impedimenti che non consentano di procedere, parzialmente o totalmente, al regolare svolgimento delle singole categorie di lavori, l'Impresa appaltatrice è tenuta a proseguire i lavori eventualmente eseguibili, mentre si provvede alla sospensione, anche parziale, dei lavori non eseguibili in conseguenza di detti impedimenti.
Con la ripresa dei lavori sospesi parzialmente, il termine contrattuale di esecuzione dei lavori viene incrementato, su istanza dell'Impresa, soltanto degli eventuali maggiori tempi tecnici strettamente necessari per dare completamente ultimate tutte le opere, dedotti dal programma operativo dei lavori, indipendentemente dalla durata della sospensione.
Ove pertanto, secondo tale programma, la esecuzione dei lavori sospesi possa essere effettuata, una volta intervenuta la ripresa, entro il termine di scadenza contrattuale, la sospensione temporanea non determinerà prolungamento della scadenza contrattuale medesima.
Le sospensioni dovranno risultare da regolare verbale, redatto in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa appaltatrice, nel quale dovranno essere specificati i motivi della sospensione e, nel caso di sospensione parziale, le opere sospese.

Art. 22. Sicurezza dei lavori

Il Piano di sicurezza, redatto ai sensi del D. Lgs. 81/2008 dal Coordinatore per la progettazione, costituisce parte integrante dei documenti di gara ed è stato accettato integralmente dall'Impresa. Durante l'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente sia alle norme e prescrizioni contenute nel citato Piano di sicurezza , sia alle indicazioni che verranno impartite dal Coordinatore per l'esecuzione presente in cantiere. Le violazioni del piano da parte dell'Appaltatore, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto (art. 92, comma 1, D. Lgs. 81/2008).

Il Piano della Sicurezza dovrà essere rispettato in modo rigoroso. E' compito e onere dell'Impresa appaltatrice ottemperare a tutte le disposizioni normative vigenti in campo di sicurezza ed igiene del lavoro che le concernono e che riguardano le proprie maestranze, mezzi d'opera ed eventuali lavoratori autonomi cui esse ritenga di affidare, anche in parte, i lavori o prestazioni specialistiche in essi compresi.

Ai sensi dell'art. 118 del Codice, la ditta dovrà presentare prima dell'inizio dei lavori e, comunque entro trenta giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa Edile, il piano operativo di sicurezza nonché un elenco dei lavoratori impiegati nel cantiere. La Direzione dei Lavori ha diritto di chiedere all'Impresa, che dovrà provvedere immediatamente, l'allontanamento dal cantiere del dipendente che, nello svolgimento dei lavori sia incompetente, negligente o violi le norme di legge e/o il di cantiere.

Art. 23. Pagamenti in acconto

All'Appaltatore non sarà erogata alcuna anticipazione sul prezzo dell'appalto, in conformità a quanto stabilito dall'art. 5 del D.L. 28.03.1997, n. 79 convertito con modificazioni dalla Legge 28.06.1997 n. 140.
I pagamenti verranno effettuati per successivi stati di avanzamento non appena si sarà raggiunto l'importo di € 150.000 al netto del ribasso e delle ritenute di garanzia. I pagamenti in dipendenza del presente atto e conformemente a quanto previsto dagli artt. 29 e 30 del Capitolato Generale d'appalto dei lavori pubblici saranno fatti direttamente dalla Stazione Appaltante all'Impresa con mandati di pagamento della Tesoreria Provinciale dello Stato – Sezione di Venezia, con quietanza dell'aggiudicataria. I materiali approvvigionati nel cantiere, sempre che siano stati accettati dalla Direzione dei Lavori, verranno compresi negli stati di avanzamento dei lavori per i pagamenti suddetti.

Art. 24. Conto finale

Il conto finale, ai sensi dell'art. 173 del Regolamento, verrà compilato entro **60 giorni** dalla data dell'ultimazione dei lavori e comunque non prima dell'avvenuto accertamento di ottemperanza da parte dell'Impresa degli obblighi assicurativi, previdenziali ed assistenziali stabiliti a norma di legge.

Art. 25. Collaudo

Il certificato di collaudo dei lavori, ai sensi dell'art. 141 del Codice, sarà emesso entro **6 mesi** dalla data del verbale di ultimazione dei lavori. A completamento dei lotti verrà emesso un certificato di finale di regolare esecuzione dell'intera opera complessiva.
E' facoltà dell'Ente appaltante richiedere, prima dell'ultimazione dei lavori, il funzionamento parziale o totale delle opere eseguite. In tal caso, si provvederà ad un collaudo provvisorio delle opere da utilizzare con esecuzione di visita di collaudo e redazione di verbale. I termini di inizio e di conclusione delle operazioni di collaudo dovranno comunque rispettare le disposizioni di cui al Regolamento e dell'art. 141 del Codice.
Il collaudo sarà eseguito in base all'art. 221 e seguenti del Regolamento e conterrà gli elementi di cui all'art. 229 del suddetto. Il pagamento della rata di saldo, previa presentazione di una garanzia fidejussoria sarà effettuato non oltre il novantesimo giorno dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio.
Il pagamento del saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1665 del Codice Civile.

Art. 26. Risoluzione o recesso dal contratto

La Stazione appaltante, nel caso si verificassero le condizioni previste dagli articoli 135 (per reati accertati), 136 (per grave inadempimento, grave irregolarità o grave ritardo), 137 (inadempimenti per contratti a cottimo) del Codice, provvederà alla risoluzione del contratto, nei tempi e modi stabiliti da detti articoli e dall'art. 138.

Art. 27. Oneri, obblighi e responsabilità dell'Appaltatore

Oltre gli oneri previsti dalla normativa di legge ed agli altri indicati nel presente Capitolato speciale, saranno a carico dell'Appaltatore i seguenti oneri ed obblighi:
1.La sorveglianza con il personale del cantiere, di tutti i materiali in esso depositati o posti in opera nonché di tutte le forniture di materiale sia di proprietà dell'Amministrazione appaltante, sia delle altre ditte appaltatrici, consegnati all'Appaltatore.
2.Tutti gli attrezzi e gli utensili necessari per l'esecuzione delle opere.
3. La redazione di progetti esecutivi imprevisti e di modesta entità che si rendessero necessari durante il corso dei lavori. Detti progetti (disegni e calcoli) saranno consegnati alla D.L. in triplice copia, unitamente al supporto informatico di tutti gli elaborati.
4. La costruzione di un ponteggio agibile con i piani di lavoro, scalette, sistemi protettivi contro la caduta di persone, in regola con le normative vigenti, in tema di sicurezza ed ogni altro onere necessario per restaurare la superficie, il regolare mantenimento e smontaggio dei ponti di servizio, delle impalcature e delle opere provvisionali di qualsiasi specie occorrenti per l'esecuzione di tutti indistintamente i lavori, nonché per l'incolumità degli operai tutti e per quella pubblica, oltre agli sfridi e deperimenti delle strutture (in legno, ferro, ecc.), costituenti detti ponti, impalcature e costruzioni

provvisorie, salvo quanto diversamente disposto negli articoli dell'Elenco Prezzi, ed inoltre, l'illuminazione, licenze e tasse relative e tutto quanto necessita ed occorre per dare compiuta l'opera appaltata, il libero accesso al cantiere, il passaggio nello stesso e nelle opere costruite od in costruzione alle persone addette a qualunque altra impresa, alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, ed alle persone che eseguono lavori per conto diretto della stazione appaltante.

5.Le riparazioni di guasti che per qualsiasi causa potessero venire arrecati alle opere e condutture sotterranee e loro accessori. In caso di danneggiamenti alle condutture di gas, acqua, cavi telefonici, elettrici, ecc., l'Appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione oltre che alla D.L., anche alla società esercente tali servizi, che dovrà eseguire i lavori di riparazione, addebitandone la spesa all'assuntore. L'Appaltatore è anche responsabile di tutti i danni che potessero venire arrecati per il fatto dei lavori, da suoi agenti ed operai, alla proprietà dell'Amministrazione o di terzi in genere.

6.La tenuta costante in cantiere, a disposizione della Direzione Lavori, di ogni strumento di misurazione, rilievi e verifiche, sia delle opere e delle somministrazioni oggetto dell'appalto, sia di quelle appaltate ad altre Ditte o assunte direttamente dalla stazione appaltante ed escluse dall'appalto.

7. La pulizia e lo sgombero quotidiano dei locali in lavorazione.

8. Lo sgombero del cantiere dai materiali, mezzi d'opera e impianti di sua proprietà, entro un mese dalla data del verbale di ultimazione, nonché la manutenzione ordinaria delle opere sino al collaudo.

9. A ogni stato di avanzamento dei lavori e comunque ogni qual volta venga richiesta dalla D. L, fornire un'adeguata documentazione fotografica dello stato precedente l'intervento, delle operazioni conservative in corso, dello stato finale, nel numero e nelle dimensioni indicate dalla Direzione tecnica con consegna dei files e su CD Rom; i file dovranno essere in formato TIF, anche compresso, oppure JPEG (compressione qualità 10 per PC-Mac chiuso correttamente a misura di stampa 18), L'Impresa dovrà mettere a disposizione, a tal fine, della Direzione dei lavori e del responsabile del procedimento una fotocamera digitale per la documentazione dei lavori, che verrà effettuata separatamente da parte degli stessi.

10. Entro 30 giorni dall'aggiudicazione la Ditta è tenuta a fornire alla Direzione Lavori, nel numero di copie occorrenti, gli eventuali disegni di progetto integrativi che si rendessero necessari

11. La consegna al D.L. dell'aggiornamento ogni 15 giorni del cronoprogramma.

12.Tutte le spese occorrenti alla stipulazione del contratto, comprese quelle di bollo e registrazione del contratto e dei relativi allegati nel numero di copie necessario.

13.La puntuale e tempestiva campionatura dei materiali e dei manufatti che verranno richiesti dalla Direzione Lavori, la fornitura della necessaria documentazione di qualificazione e certificazione dei materiali usati ove specificatamente previsto dalle norme vigenti nonché le spese, presso gli Istituti incaricati, di tutte le prove e saggi che verranno in ogni tempo ordinati dalla Direzione Lavori sui materiali impiegati, in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi.

14.La corresponsione di paghe operaie e conseguenti indennità di contingenza e assegni familiari e indennità di lavoro straordinario o festivo non inferiori a quelle dei contratti collettivi di lavoro vigenti nella località e nel tempo in cui si svolgono i lavori, ancorché l'Appaltatore non appartenga all'Associazione Provinciale Industriale e possa quindi non essere tenuto giuridicamente ad osservarli, intendendosi che tali obblighi si estendono anche ai cottimi.

15.L'Appaltatore si impegna ad installare, a sua cura e spese, nella sede dei lavori, nel numero e dimensioni idonee le tabelle indicanti le caratteristiche del lavoro, gli Enti, le Imprese, le persone fisiche preposti alle varie funzioni secondo le disposizioni di Legge e ad aggiornare tempestivamente i dati in esse contenuti.

16. Restano a totale carico dell'Appaltatore i versamenti delle indennità di occupazione temporanea delle aree necessarie per l'esecuzione dei lavori limitatamente alle aree non interessate dagli espropri e/o servitù pubbliche e relative fasce di rispetto, nonché gli oneri connessi e gli eventuali risarcimenti di danni.

17.L'Appaltatore dovrà anche provvedere alla esecuzione di tutte le opere accessorie necessarie all'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto ed alla successiva gestione e manutenzione quali: realizzazione delle recinzioni della zona interessata dai lavori (secondo quanto verrà concordato con il coordinatore per la sicurezza durante l'esecuzione dei lavori); allo spostamento di tutte le pertinenze ed arredi gravanti sull'area di cantiere, operazione necessaria per l'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto.

18.L'impianto, la manutenzione, la sorveglianza e l'illuminazione del cantiere, nonché il loro smontaggio.

19.Il risarcimento degli eventuali danni che, in dipendenza del modo di esecuzione dei lavori, fossero arrecati a proprietà pubbliche o private nonché a persone, restando liberi ed indenni l'Amministrazione ed il suo personale.

20.Le spese per la custodia del cantiere, dei materiali e delle opere fino al collaudo definitivo ed alla consegna all'Amministrazione e per tutti gli apprestamenti igienici o ricoveri o altro per gli operai.

21.Le spese per il collaudo tecnico - amministrativo e quelle per eventuali collaudi in corso d'opera, provvedendo alla necessaria assistenza e a tutte le spese per l'esecuzione dei collaudi, escluso il solo onorario dei collaudatori.
22.Per tutto il periodo corrente tra l'esecuzione parziale o totale delle opere fino alla consegna all'Amministrazione usuaria, l'Appaltatore è garante delle opere e delle forniture eseguite e dovrà procedere a tutte le riparazioni, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari. Tale manutenzione dovrà essere eseguita nel modo più tempestivo provvedendo di volta in volta alle riparazioni necessarie senza pregiudicare la funzionalità degli edifici e senza che occorrano particolari inviti da parte della Direzione Lavori.
23.Sarà obbligo dell'Appaltatore di adottare nell'esecuzione di tutti i lavori i procedimenti e le cautele necessarie per garantire la sicurezza e l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati. Ogni più ampia responsabilità in caso di infortunio ricadrà sull'Appaltatore, restandone sollevata l'Amministrazione, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza nei limiti di quanto previsto dalle leggi vigenti.
24.L'Appaltatore terrà conto degli oneri per il rigoroso rispetto delle misure di sicurezza e di igiene del cantiere.

Art. 28. Definizione delle controversie

La definizione di eventuali controversie tra l'Impresa Appaltatrice e la Stazione Appaltante dovrà avvenire secondo le procedure indicate dagli artt. 240 e 241 del Codice

Art. 29. Lotta alla delinquenza mafiosa

In virtù dell'art. 38, comma 3 del Codice, l'Amministrazione procederà in sede di verifica delle dichiarazioni rese dai concorrenti ai sensi dei commi 1 e 2 del predetto articolo, a richiedere al competente ufficio del casellario giudiziale i certificati del casellario giudiziale di cui all'art. 21 del d.P.R. 14 novembre 2002, n. 313.

L'accertamento da parte dell'Amministrazione anche di una sola condizione prevista dall'art. 38, co. 1 del Codice comporterà l'esclusione del concorrente dalla partecipazione alle procedure di affidamento dell'appalto di lavori. Allo stesso modo non potrà essere affidatario di subappalti né stipulare i relativi contratti.

Art. 30. Obbligo di conservazione dei documenti societari

Ai sensi dell'art. 1, commi 1, 2 e 4 del D.P.C.M. 11/03/1991, n. 187, le società per azioni in accomandita semplice, a responsabilità limitata, le società cooperative per azioni o a responsabilità limitata, le società consortili per azioni od a responsabilità limitata aggiudicatarie di opere pubbliche, le concessionarie e le subappaltatrici, devono comunicare all'Amministrazione committente o concedente, prima della stipula del contratto o della convenzione, la propria composizione societaria, l'esistenza dei diritti reali di godimento o di garanzia sulle azioni "con diritto di voto" sulla base delle risultanze del libro dei soci, delle comunicazioni ricevute e di qualsiasi altro dato a propria disposizione, nonché l'indicazione di soggetti muniti di procura irrevocabile che abbiano esercitato il voto nell'assemblea societaria nell'ultimo anno o che ne abbiano comunque diritto. Qualora il soggetto aggiudicatario, concessionario o subappaltatore sia in consorzio, esso è tenuto a comunicare dati di cui al comma 1, riferiti alle singole società consorziate che comunque partecipino alla progettazione ed alla esecuzione dell'opera. Le imprese ed i consorzi sono tenuti alla conservazione, per uguale periodo, delle copie delle note di trasmissione e dei relativi dati.

Art. 31. Spese

Le spese di registrazione, di copia, carta bollata e tutte le altre inerenti e conseguenti alla stipulazione del contratto, o che da esso possono derivare, saranno a totale carico dell'Impresa.

Capo III - INDAGINI E PROVE DI LABORATORIO

Art. 32 Indagini preliminari ai lavori di restauro

Generalità - Prima di dare inizio a qualsiasi tipo di lavorazione su manufatti di particolare interesse storico-artistico, l'appaltatore, se previsto negli elaborati di progetto o espressamente richiesto dalla D.L. in relazione a collaudi e controlli in corso d'opera, sarà tenuto ad effettuare su di essi tutte quelle operazioni che, finalizzate alla sistematica e scientifica acquisizione di dati certi inerenti lo stato di conservazione o i loro processi di alterazione e di degrado, possano consentire una diagnosi corretta ed accurata dei meccanismi che provocano il deperimento al fine d'intervenire su di essi con i rimedi più efficaci. La diagnosi sarà effettuata commissionando, esclusivamente a laboratori riconosciuti ed autorizzati dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, l'esecuzione di una specifica serie di prove di laboratorio e di analisi da svolgere "in situ". Il laboratorio dovrà eseguire le analisi su campioni di manufatto che dovranno essere prelevati o da personale di sua fiducia o da altra rappresentanza che assolva tale compito sotto il suo diretto controllo e secondo le modalità descritte nelle Raccomandazioni NORMAL 3/80 redatte a cura dell'istituto Centrale del Restauro (Roma 1980) riassunte qui di seguito:
il campionamento deve essere effettuato solo su autorizzazione scritta dell'organismo che ha la tutela il manufatto, che, in questo caso, coincide con la stazione appaltante;
il campionamento deve essere effettuato da chi eseguirà l'analisi o comunque sotto la sua responsabilità;
il numero e l'entità dei prelievi devono essere minimi e scelti tenendo conto della necessità di non arrecare disturbo all'aspetto del monumento, compatibilmente con le finalità del campionamento e le esigenze della sua rappresentatività. Quindi, essi dovranno comunque permettere una valutazione del fenomeno che si vuole investigare, se non su basi statistiche, almeno tenendo presente l'influenza di variabili come la quota, l'orientamento, l'esposizione al sole, alla pioggia, al vento, ecc..Le zone di prelievo devono essere scelte tenendo conto della necessità di non disturbare in alcun modo l'estetica del manufatto.
Durante il campionamento, oltre alle consuete cautele, sarà necessario non modificare lo stato originario del manufatto e dei luoghi non arrecando danno alcuno alle antiche strutture. Inoltre, lo spostamento delle attrezzature per prelevare i campioni dal terreno o dalle murature avverrà nel massimo rispetto dello stato dei luoghi. Alla fine dei lavori dovrà essere effettuata una perfetta pulizia rimuovendo qualsiasi residuo di lavorazione.
In relazione ai diversi tipi di controlli diagnostici previsti negli elaborati di progetto o espressamente richiesti dalla D.L. in relazione a collaudi e controlli in corso d'opera, l'appaltatore dovrà, qualora il tipo di indagine lo richieda, provvedere alla fornitura di energia elettrica e al ripristino delle parti interessate ai prelievi dei campioni.

Analisi di elementi strutturali e decorativi - I campioni occorrenti per le indagini conoscitive sulle caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche delle murature saranno prelevati mediante il prescritto numero di carotaggi. Le carotatrici dovranno essere fornite di punte vidia a sola rotazione che possano essere raffreddate ad acqua aventi un diametro idoneo, ad insindacabile giudizio della D.L., ad una corretta valutazione dello specifico materiale indagato.
Una volta estratte, le carote saranno ordinate e catalogate in apposite cassette di stoccaggio; la sezione perforata verrà sigillata con boiacca di cemento e il paramento murario sarà risarcito utilizzando la sezione esterna della carota estratta avendo cura di sigillare con la malta di resina e detrito di perforazione.

Tecniche e strumenti – Le indagini da effettuare sull'esistente potranno prevedere il prelievo di limitate porzioni del materiale da esaminare solo dietro specifica autorizzazione e quando, a parere della D.L. non sia possibile procedere in maniera differente al fine di acquisire nozioni indispensabili ai lavori di conservazione. In ogni caso non sarà autorizzato il ricorso sistematico a tecniche di tipo distruttivo. Le metodologie di indagine, infatti, verranno distinte e scelte in base alla loro effetto distruttivo al fine di privilegiare l'utilizzo delle tecniche non distruttive, o minimamente distruttive.
Le prove non distruttive si svolgeranno in situ senza la necessità di ricorrere a prelievi, mentre quelle minimamente distruttive andranno eseguite con prelievi di pochi grammi di materiale; questi ultimi potranno essere recuperati a terra, a seguito del loro avvenuto distacco, o in prossimità delle parti più degradate.
L'appaltatore, in ogni caso, dovrà evitare che gli interventi apparentemente non distruttivi, agendo direttamente sul manufatto con sollecitazioni di varia natura (elettromagnetica, acustica, radioattiva, ecc.), possono risultare dannosi se non andranno dosati opportunamente o se saranno usati in modo improprio.

Ogni tipo di indagine dovrà essere preventivamente concordata con la D.L. in relazione al tipo di lavori da effettuare e alla zona esatta in cui effettuare il prelievo. Particolari indagini ed analisi, ove richiesto, dovranno essere affidare ad istituti e laboratori specializzati che dovranno operare secondo la vigente normativa e conformemente alle più recenti indicazioni NORMAL o alle norme UNI Beni Culturali. La scelta degli operatori dovrà sempre concordata ed approvata dal progettista, dalla D.L. e dagli organi preposti alla tutela del bene oggetto dell'intervento.
In relazione ai diversi tipi di controlli diagnostici previsti negli elaborati di progetto, l'appaltatore, laddove l'esecuzione dei saggi dovesse avvenire ad altezze non raggiungibili dall'operatore, dovrà realizzare tutte le opere accessorie (ponteggi, ed opere provvisionali) che potranno consentire il posizionamento delle attrezzature e la periodica possibilità di accesso per la lettura dei dati. Dovrà altresì provvedere, qualora il tipo di indagine lo richieda, alla fornitura di energia elettrica, e al ripristino delle parti interessate ai prelievi dei campioni ai fini degli accertamenti anche se queste opere non siano comprese in un intervento più generale sulle superfici. L'appaltatore deve provvedere, qualora non vi siano ponteggi in opera e qualora la verifica richiesta interessi parti dell'edificio non altrimenti accessibili, a predisporre le opere provvisionali occorrenti per l'installazione dello strumento, per il controllo periodico, e per l'alimentazione elettrica necessaria alla centralina, qualora non autoalimentata tramite batteria. Nelle opere provvisionali saranno comprese tutte quelle opere, che in relazione alla diagnosi da effettuare, consentano di procedere all'esecuzione dell'indagine richiesta in piena sicurezza per gli operatori.

- Accertamento sulle caratteristiche strutturali e costruttive

Il primo dato utile per l'accertamento delle alterazioni strutturali presenti nell'edificio sarà costituito dal rilevamento del quadro fessurativo. L'appaltatore dovrà eseguire il rilievo evidenziando nella restituzione grafica, le variazioni della geometria, i fuori squadro, i fuori piombo, le variazioni della morfologia correlabili allo stato di alterazione della struttura. La correlazione di tali modifiche della geometria dell'edificio con la conoscenza di trasformazioni storicamente avvenute sull'edificio, dovrà fornire tutti i dati utili sulle cause di tali alterazioni. Una volta individuati i punti critici da controllare, la successiva esecuzione delle indagini localizzate dovrà permettere l'accertamento delle patologie evidenziate nelle fasi precedenti di analisi e fornire ulteriori dati a sostegno dell'intervento.
Le analisi da eseguire ai fini dell'accertamento delle condizioni di equilibrio della fabbrica, possono dividersi in prove relative al:
1. – Rilevamento e controllo delle alterazioni dell'equilibrio statico
La determinazione delle alterazioni morfologiche della struttura dovrà rilevare e fornire tutti i dati relativi alle modifiche dell'equilibrio strutturale della fabbrica. Insieme alla corretta lettura del quadro fessurativo esistente, in cui la forma e la posizione delle lesioni dovranno fornire le indicazioni sui movimenti compiuti dalla costruzione, l'appaltatore eseguirà il controllo degli spostamenti e della perpendicolarità delle superfici, sia nel caso che questi fenomeni siano avvenuti in un determinato periodo di tempo e si siano arrestati, sia nel caso che questi siano sintomatici di un fenomeno alterativo ancora in atto.
1.1. Verifiche sulla orizzontalità delle superfici – Le verifiche sulla orizzontalità dovranno essere eseguite con i prescritti strumenti di tipo topografico (livelle, tacheometri, teodoliti).
L'uso di livelle ottiche sarà limitato ai casi in cui l'accertamento riguarda le parti facilmente accessibili della costruzione; l'appaltatore eseguirà la verifica posizionando agli intervalli prestabiliti dalla D.L. le stadie di misura posizionandole verticalmente. La differenza altimetrica del piano orizzontale fra diverse basi di misura, indicherà le alterazioni subite dal piano orizzontale, e quindi i cedimenti del piano basale.
L'appaltatore utilizzerà i tacheometri ed i teodoliti, nei casi in cui l'accertamento riguarda le parti inaccessibili, procedendo per successive triangolazioni, ricavando trigonometricamente l'eventuale alterazione della orizzontalità previa l'esatta conoscenza degli angoli e della distanza fra la strumentazione ed i punti da rilevare. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.
1.2. Verifiche sulla verticalità della superficie – L'appaltatore, oltre all'uso del teodolite o tacheometro come descritto al punto 1.1, dovrà impiegare, ove prescritto, delle specifiche inclinometri monoassiali e biassiali, (questi strumenti si prestano per la valutazione d'eventuali rotazioni della struttura; la versione monoassiale esegue una misura di variazione d'angolo in una sola direzione nel piano XZ, mentre la versione biassiale su due direzioni ortogonali nei piani XZ e YZ, permettendo di valutare, mediante una composizione vettoriale, variazioni nella reale direzione), atti ad accertare se i movimenti (fuori piano) dall'asse verticale siano dovuti a rotazioni delle pareti, ad inflessioni causate dalle spinta di archi o di volte o a inflessioni delle murature dovute ad altro genere di fenomeni. L'appaltatore provvederà al corretto posizionamento degli inclinometri collegando la corda di acciaio armonico contenuta all'interno dello strumento alla base fissa e posizionandoli in modo stabile alla superficie da indagare tramite l'ausilio di una basetta metallica o cementizia e di bulloni L'eccitazione

della corda di acciaio armonico, letta da un gruppo di eccitazione, verrà ricondotta, tramite un passaggio matematico ad una variazione angolare che fornirà la variazione di verticalità desiderata. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

1.3. Controllo e monitoraggio sulle variazioni nelle lesioni – L'appaltatore eseguirà il controllo della mobilità di un quadro fessurativo al fine di determinare se la causa delle alterazioni è attiva o se è collegabile ad un fenomeno avvenuto in precedenza ed ormai inattivo. Essendo la struttura muraria capace di deformarsi plasticamente, senza determinare l'immediato collasso, e di trovare un nuovo assetto di equilibrio, diverso dall'originario, ma capace di garantire una ridotta stabilità, ne consegue che la verifica di tale fattore dovrà rappresentare un parametro utile per calibrare l'intervento di riparazione o di consolidamento.

Le metodologie da impiegare per il controllo degli eventuali movimenti di preesistenti lesioni saranno ottenute con appositi strumenti: deformometri, estensimetri, e più dettagliatamente tramite il monitoraggio strutturale in continuo. Tali strumentazioni dovranno essere in grado di fornire dati qualitativi (esistenza o no di evoluzione del quadro fessurativo esistente) e di fornire dati quantitativi degli spostamenti. Le strumentazioni dovranno essere fissate tramite sensori di misura da posizionare a cavallo delle lesioni e dovranno consentire l'esecuzione di letture e di controlli periodici o in continuo (per il monitoraggio strutturale) degli eventuali spostamenti relativi dei punti fissi predisposti inizialmente.

a) Fessurimetri e crepometri – L'appaltatore dovrà applicare, con i sistemi previsti dall'azienda produttrice (stucchi epossidici, mastici adesivi, tasselli o altro) i fessurimetri completi di un comparatore con ingranaggi inox, piastrine in acciaio numerabili a coppie, appositi marcatori per numerare e piazzare le dime di base (15 cm) con una scala di lettura da 0.01 mm ed adatti al:

– rilievo su superfici piane di movimenti verticali od orizzontali anche simultanei
– rilievo di lesioni agli angoli soggetti a movimenti bi-direzionali
– rilievo di cedimenti o di assestamenti di pavimenti rispetto alle murature
– misura della differenza di planarità di qualsiasi superficie lesionata
– misura dei movimenti di crepe e di fessure su superfici piane.

L'appaltatore, pulita la sede di applicazione, posizionerà la dima a cavallo della lesione fissando la coppia di piastrine. In seguito applicherà i riferimenti del crepometro sulle piastrine.

b) Potenziometri – L'appaltatore utilizzerà potenziometri (trasduttori a resistenza elettrica variabile) composti da un contatto scorrevole (sliding point) e da un avvolgimento (winding) realizzato tramite una spirale di filo conduttivo avvolta attorno ad un'anima non conduttiva. I segnali di uscita (output signals) si otterranno imponendo una tensione nota alla resistenza complessiva e misurando la tensione di uscita che sarà proporzionale alla frazione della distanza che il punto di contatto ha percorso, in virtù dello spostamento, lungo l'avvolgimento. Il segnale di uscita derivato dal punto di contatto scorrevole sarà per forza di cose discreto e la risoluzione dello strumento sarà limitata dal numero di spire per unità di lunghezza. Una accurata e miniaturizzata esecuzione meccanica consentirà una più alta risoluzione e precisione.

c) Deformometri – L'appaltatore applicherà i due alloggiamenti dell'attrezzo a pasticca in acciaio (la distanza sarà stabilita dalla misura delle barre con comparatore e pari a 100, 150 o 200 mm), realizzati con un lato troncoconico concavo da alloggiare in modo fisso (con resina bicomponente) a cavallo della lesione da monitorare, ed a una distanza determinata, tramite una dima di fissaggio avente la lunghezza corrispondente alla posizione iniziale del comparatore millesimale. La verifica verrà effettuata attraverso una barra d'acciaio invar provvista di un comparatore millesimale, ed alle estremità, di una punta fissa e di un'altra mobile. La lettura verrà effettuata sovrapponendo alle pasticche dei punti di misura fissati alla barra con il comparatore. In caso di variazione della distanza dei due punti fissati a cavallo della lesione, lo spostamento sarà misurato dal movimento della punta mobile collegata al comparatore, consentendo così di verificare e misurare lo spostamento avvenuto. La lettura dovrà essere periodica e le sole parti fissate in sede sono costituite dalle due pasticche di acciaio. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

d) Estensimetri – Il principio di funzionamento è analogo al precedente, essendo il rilevamento dello spostamento misurato per variazione della distanza relativa tra due punti iniziali a cavallo della lesione. A differenza dei deformometri, l'appaltatore posizionerà gli estensimetri in modo fisso alla parete; la lettura degli spostamenti avverrà, come nel caso precedente, in maniera periodica. Il sistema si basa sulla tesatura di una corda di acciaio armonico, contenuta all'interno dello strumento, che trasmette un segnale ad un gruppo di eccitazione. Tale segnale, rilevato tramite una centralina di lettura traduce, i dati in misure degli spostamenti. Il confronto fra la lettura iniziale e quella attuata al momento delle letture periodicamente eseguite consentirà di determinare l'esistenza e l'entità degli spostamenti avvenuti. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

Oltre agli estensimetri a corda vibrante, se richiesto dagli elaborati di progetto, l'appaltatore dovrà utilizzare estensimetri elettrici conformemente alle seguenti norme UNI:

UNI 10478-1:1996 – *Prove non distruttive. Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza. Termini e definizioni.*
Questa fornisce i termini e le relative definizioni dei componenti e delle caratteristiche degli estensimetri elettrici a resistenza, e le definizioni riguardanti le principali caratteristiche circuitali di uso comune nell'estensimetria elettrica.
UNI 10478-2:1998 – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Scelta degli estensimetri e dei componenti accessori.* La norma fornisce i criteri per la scelta dei componenti dell'installazione estensimetrica (estensimetro elettrico a resistenza, adesivo, protettivo, materiale di saldatura, cavi di collegamento) in relazione all'applicazione (condizioni ambientali e di prova).
UNI 10478-3:1998 – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Installazione estensimetrica e sua verifica.* La norma fornisce le indicazioni per l'esecuzione e la verifica di una installazione estensimetrica, comprese le fasi di preparazione, applicazione, collegamento e protezione.
UNI 10478-4:1998 – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Circuiti di misura, elaborazione e presentazione dei risultati.* La norma descrive i circuiti di misura, la correzione dei risultati, la loro elaborazione e presentazione con riferimento al controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza.
UNI 10478-5:1998 – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Controllo delle caratteristiche.* La norma fornisce le procedure per la determinazione di alcune caratteristiche di funzionamento dell'estensimetro elettrico a resistenza. Essa fornisce inoltre le procedure statistiche per confrontare le caratteristiche rilevate dal produttore e dall'utente.
1.4. Monitoraggio strutturale in continuo – Applicando in corrispondenza delle lesioni, o comunque dei punti critici, opportuni trasduttori di spostamento, l'appaltatore dovrà registrare l'andamento nel tempo di aperture/chiusure, scorrimenti di taglio e scostamenti fuori del piano di giacenza, rotazioni di maschi murari e di elementi strutturali portanti in c.a. ed i cedimenti degli stessi. L'attività di monitoraggio in continuo, intesa come attività di misura ad intervalli predeterminati, potrà essere richiesta, per strutture che presentino aree di crisi evidenti come fessurazioni e/o dissesti visivamente individuabili, attraverso le seguenti tipologie d'indagine:
– valutazione dell'evoluzione del dissesto per definire la opportunità di un intervento di consolidamento e le relative modalità di messa in opera dell'intervento stesso;
– controllo, durante l'intervento di risanamento e/o consolidamento, per la continua valutazione sia dell'efficacia dello stesso, sia di eventuali ed indesiderati effetti collaterali;
– verifica della risposta di una struttura all'intervento di risanamento e/o consolidamento già effettuato.
Per un efficace espletamento del servizio di monitoraggio l'appaltatore potrà impiegare sia trasduttori disponibili su mercato, che trasduttori appositamente sviluppati per specifiche applicazioni. Per le misure di spostamenti relativi tra due parti si userà i potenziometri (LVDT).
Per il controllo dell'apertura (o della chiusura) dei lembi di una lesione, oltre ai sensori di spostamento relativo (biffe estensimetriche, fessurimetri appositamente sviluppati per l'applicazione in oggetto) particolarmente adatti a rilevare piccole deformazioni e caratterizzati dall'assenza di parti in movimento, relativamente alla valutazione dell'evoluzione del quadro fessurativo in termine di prolificazione delle lesioni, si potranno utilizzare metodi fotogrammetrici basati su programmi software di elaborazione delle immagini fotografiche, tarate con rilevi topografici. Per la misura di cedimenti di complessi strutturali, in cui le parti in moto relativa si trovano ad una distanza tale da non poter usare i sensori di spostamento sopra descritti, si dovrà fare riferimento alla livellazione ottica o a metodi assestimetrici. Per le misure di rotazioni assolute di elementi strutturali utilizzerà inclinometri da parete.
Tutti i sensori dovranno essere in grado di trasformare le grandezze meccaniche in segnali elettrici (tensione o corrente), che una volta elaborati (amplificati, filtrati e trasformati da analogici a digitali) verranno memorizzati, a cadenza predefinita, su di supporto di massa. Tutto ciò avverrà attraverso diverse tipologie di sistemi di acquisizione, alcuni dei quali appositamente implementati per soddisfare a particolari esigenze applicative. Nel caso in cui il numero dei sensori sia elevato dovrà impiegare sia un sistema centralizzato sia più sistemi modulari dislocati nei vari punti della struttura, tutti comunque facenti capo ad un acquisitore centralizzato, con collegamento via modem per lettura a distanza.
Se richiesto utilizzerà un sistema di commutazione a relais comandato via software da un PC in grado di gestire fino ad un numero di 18 sensori anche a distanza di 300 m nella trasmissione del segnale.
In assenza dell'alimentazione di rete o per le applicazioni localizzate dove il numero richiesto di sensori sarà limitato (4 sensori in continua dislocati non molto distanti tra loro), l'appaltatore potrà utilizzare un sistema più semplificato in cui i dati, dopo essere stati acquisiti e condizionati, verranno memorizzati, a cadenza prestabilita, su memoria non volatile riscrivibile; le letture verranno effettuate periodicamente tramite un collegamento seriale ad un PC portatile esterno. Il sistema si basa su un microprocessore ad 8 bit che gestisce le seguenti periferiche:

– un real time clock per la temporizzazione delle fasi di acquisizione un sensore di temperatura interno con risoluzione pari a 0.5°C
– un multiplexer ad otto canali un convertitore a/d a 12 bit e tempo di conversione pari a 10 ms
– un generatore di tensione di riferimento interna per la conversione a/d un circuito di adattamento per la linea seriale
– una memoria non volatile riscrivibile di tipo EEPROM
– quattro moduli di condizionamento (uno per ogni sensore).

Per applicazioni più particolari dovranno essere utilizzati sistemi predisposti appositamente per le prove di carico su solai ed in grado di gestire fino ad otto canali indipendenti collegati con trasduttore potenziometrico o sistemi a 36 canali adatti alla verifica di tolleranze superficiali di profili alari.

Prima di posizionare le strumentazioni prescritte, l'appaltatore dovrà eseguire la dismissione degli eventuali rivestimenti di intonaco e la messa a nudo delle lesioni. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

1.5. Indagini soniche mediante fonometri – Per queste indagini l'appaltatore utilizzerà dei fonometri costituiti da una sorgente di emissione di onde, da un captatore dell'energia sonica (velocimetro, accelerometro, microfono) e da un apparecchio di rilevazione dei segnali, composto da un amplificatore, un analizzatore di segnali, un oscilloscopio ed un registratore. Con tale strumentazione l'appaltatore rileverà la deformazione delle onde elastiche in un corpo sollecitato a compressione e/o a taglio: la velocità di propagazione delle onde elastiche diminuisce infatti con la diffusione delle stesse in un corpo; la diminuzione è maggiore se vi è una diminuzione dell'omogeneità del mezzo. Le frequenze registrate saranno in funzione delle caratteristiche e delle condizioni di integrità della muratura. In particolare le lesioni e le condizioni di degrado tagliano le frequenze più alte del segnale acustico. I fonometri potranno essere impiegati per verificare le condizioni di integrità di una muratura e del suo rivestimento, anche se non sarà semplice distinguere i dati relativi all'una e all'altro. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

Indagini ultrasoniche – Questa indagine dovrà consentire di conoscere con buona approssimazione la qualità e l'eterogeneità dei materiali da costruzione (pietre, mattoni, intonaco), sia che la prova venga eseguita in opera che su di un campione. Il metodo di misura si basa sulla determinazione della velocità di propagazione delle onde sonore attraverso il mezzo studiato e sulla registrazione del segnale ricevuto. Le misure si effettuano mediante strumentazioni elettroniche composte da un'emittente a frequenza fissa, piezoelettrica, da un cronometro di grandissima precisione (al decimo di milionesimo di secondo) e da un oscilloscopio che visualizza il segnale acustico che ha attraversato il materiale.

Potranno essere richieste tre tipi di misure: le misure, della velocità del suono in superficie, le misure radiate e le misure in trasparenza. Le prime dovranno essere condotte in modo da consentire la localizzazione delle alterazioni superficiali del materiale; le seconde di accertare l'omogeneità del materiale a diversa distanza dalla superficie e saranno possibili quando sia la superficie interna sia quella esterna sono accessibili; le misure in trasparenza dovranno essere condotte in modo di potere esaminare il materiale in tutto il suo spessore.

Le frequenze utilizzate saranno comprese generalmente fra 0,5 e 15 MHz: le onde a bassa frequenza penetrano maggiormente in profondità rispetto a quelle ad alta frequenza, che danno però una risoluzione migliore. Con le indagini ultrasoniche dovrà essere possibile determinare il grado di omogeneità di un materiale, la presenza di vuoti o di fessure, la presenza ed il numero degli strati sovrapposti di materiale, il modulo elastico ed il rapporto dinamico di Poisson. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

– Indagini per la determinazione delle caratteristiche tensionali dei materiali e delle murature

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

UNI EN 1052-1:2001 – *Metodi di prova per muratura – Determinazione della resistenza a compressione.* La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 1052-1 (edizione settembre 1998). La norma specifica un metodo per determinare la resistenza a compressione della muratura. Vengono date indicazioni circa la preparazione dei provini, il condizionamento richiesto prima della prova, la macchina di prova, il metodo di prova, il metodo di calcolo e i contenuti del resoconto di prova.

UNI EN 1052-2:2001 – *Metodo di prova per muratura – Determinazione della resistenza a flessione*. La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 1052-2 (edizione agosto 1999). La norma specifica un metodo per determinare la resistenza a pressione di piccoli campioni di muratura secondo i due assi principali. Le indicazioni sono date per la preparazione dei campioni, il condizionamento, la macchina e la procedura di prova nonché i metodi di calcolo e del contenuto del resoconto di prova.

UNI 9724-8:1992 – *Materiali lapidei. Determinazione del modulo elastico semplice (monoassiale).* Ha lo scopo di stabilire le modalità di determinazione della curva sforzi–deformazioni e del modulo elastico (o modulo di Young) in compressione semplice (monoassiale) dei materiali lapidei.

– *Indagini atte ad approfondire la conoscenza sulle stratificazioni dell'edificio e sulle caratteristiche costruttive anche di interventi pregressi*

All'appaltatore potrà essere richiesto di fare eseguire indagini passive al fine di registrare e di quantificare fenomeni fisici rilevabili in assenza di sollecitazioni quali: le riprese con strumenti ottici, anche ricorrendo a pellicole speciali, la magnetometria, che analizzerà dall'esterno particolari aspetti fisici, senza rendere necessarie ulteriori sollecitazioni, la ferromagneticità naturale, che permetterà di determinare presenza, dimensione, geometria e consistenza di materiali metallici.
Potranno anche essere richieste indagini attive tramite tecniche che richiederanno l'utilizzo di piccole sollecitazioni artificiali di vario genere (meccaniche, elettriche, termiche, acustiche) in relazione ai fenomeni da rilevare.
Altre indagini potranno essere condotte con strumenti che agiscono sia in modo attivo che passivo come la termovisione, che è un sistema efficace anche senza sollecitazioni dirette sull'oggetto. Questa tecnica offrirà i risultati migliori quando la superficie da indagare sarà preventivamente riscaldata apportando le temperature approvate dalla D.L.
L'appaltatore dovrà utilizzare, ove richiesto, idonei sistemi per la misurazione della temperatura, dell'umidità relativa e della superficie di un materiale per l'identificazione e la quantificazione dei parametri relativi alla presenza di sostanze chimiche inquinanti; la magnetometria; il rilevamento fotografico che potrà richiedere l'applicazione della fotografia normale, IR, parametrizzata fotogrammetrica, termo-visiva o endoscopica.
1 – Indagini atte a rilevare la presenza di stratificazioni storico/costruttive dell'edificio
a) Indagini termografiche – La termovisione dovrà consentire la visualizzazione di immagini non comprese nella banda del visibile (radiazioni elettromagnetiche comprese tra 0,4 e 0,75 micron) ma estese nel campo dell'infrarosso ed in particolare alla regione spettrale compresa tra 2 e 5 mm per le shortwave (onde corte) e fra 8 e 12 mm per le longwave (lontano infrarosso).
Gli accertamenti di stratificazioni costruttive preesistenti sono ottenibili tramite strumentazioni sensibili nel lontano infrarosso, meno disturbati dalle lunghezze d'onda del visibile (p.e. colori delle superfici).
All'appaltatore potrà essere richiesta l'indagine termografica al fine di valutare degrado dei rivestimenti evidenziando le discontinuità dei distacchi e le stratigrafie o per indagini in profondità sulle murature; l'appaltatore dovrà, quindi, riconoscere e determinare le stratificazioni delle differenti fasi costruttive della fabbrica individuando, sotto l'intonaco esistente, tutti gli elementi esistenti e realizzati con materiali differenti: chiusure di porte e di finestre, tipologie della tessitura muraria, cavità, discontinuità strutturali, canne fumarie, elementi strutturali (pilastri, architravi, archi di scarico) distacchi, cavità.; potrà anche essere richiesto di individuare l'andamento delle dispersioni termiche, il posizionamento delle tubazioni e degli impianti, il riconoscimento di zone interessate da fenomeni di umidità. Macchie di colore più scuro o più chiaro riveleranno la presenza di umidità localizzata, in quanto le zone asciutte e quelle umide daranno luogo a differenti flussi di emissione termica. L'appaltatore dovrà, se richiesto, individuare, sugli intonaci e sui litotipi calcarei, le parti solfatate, dove la temperatura è differente rispetto a quella delle parti carbonatiche, dovrà evidenziare le parti di intonaco distaccate dal supporto (riconoscibili in base a diversi valori emissivi) ed ogni elemento che, grazie al peso specifico diverso dal materiale circostante evidenzia la presenza di altri materiali (pietre, zanche, travi in legno).
La termografia dovrà permette di integrare i rilievi metrici con specifiche mappe tematiche relative alle le fughe termiche (ponti termici e zone di condensa), alle discontinuità strutturali, all'umidità, al quadro fessurativo ed alle azioni dei biodeteriogeni.
All'appaltatore potrà essere richiesto di utilizzare un monitor con immagini in bianco e nero con una scala di tonalità dei grigi dove le tonalità scure indicheranno le zone fredde e quelle chiare le zone calde; ove prescritto dagli elaborati di progetto dovrà invece fornire un termogramma prodotto su di un monitor a falsi colori, dotato di una scala di riferimento che riporterà sia il campo di temperatura inquadrato sia le temperature assolute di ogni colore.
Delle immagine ottenute a video dovrà produrre il numero richiesto di stampe fotografiche (tipo Polaroid) oppure dovrà realizzare la digitalizzazione delle immagini tramite specifiche elaborazioni al computer. Le immagini riprese, effettuate per singoli termogrammi, possono essere richieste anche in sequenza di accostamento, rese perpendicolari alla superficie da analizzare tramite posizionamento su apposito cavalletto, in modo da realizzare tramite successiva mosaicatura, ottenuta tramite comuni software di gestione immagini (Adobe Photoshop, Corel Draw, ecc.), un'immagine termica continua.
Se è richiesta l'immagine digitalizzata questa dovrà essere stampata e rielaborata per esaltare la lettura interpretativa dei dati registrati, attraverso un apposito software fornito dalle case produttrici.

Ad ogni materiale, caratterizzato da uno specifico comportamento termico, compete una altrettanto specifica emissione di calore consistente in radiazioni elettromagnetiche. La telecamera registra tali emissioni, le rimanda ad un elemento ad alta sensibilità, un rivelatore IR che necessita di una temperatura d'esercizio stabile ed il più bassa possibile.
In alcuni casi, laddove le superfici da rilevare non siano riscaldate per irradiamento solare diretto (superfici esterne esposte a Nord o a Sud/Sud-Est; superfici in ombra; spazi interni) l'appaltatore dovrà, ai fini del rilevamento, riscaldarne la superficie.
Il riscaldamento dovrà essere eseguito con termoconvettori, capaci di diffondere uniformemente il calore sulla superficie e di consentire in tal modo alla strumentazione la corretta lettura del fenomeno. L'uso di lampade ad infrarosso, comporterà invece un riscaldamento meno omogeneo e, quindi, meno efficace ai fini del rilevamento dei dati.
Per migliorare o per consentire alcune riprese dovranno essere utilizzati sistemi di raffreddamento criogenici che impiegano azoto liquido (–196°C) o argon (–186°C), sistemi termoelettrici (–70°C) o a cicli frigoriferi – ciclo stirling – (–197°C).
UNI 10824-1:2000 – 29/02/2000 – *Prove non distruttive – Termografia all'infrarosso – Termini e definizioni.*
b) Indagini endoscopiche – L'appaltatore dovrà adoperare endoscopi elettronici o a fibre ottiche adatti per raggiungere le cavità inaccessibili, grazie ai loro diametri piccoli, (da qualche centimetro a pochi millimetri), al fine di consentirne l'osservazione diretta. Saranno dotati di sistema di illuminazione dell'area e di idonei sistemi fotografici o di registrazione applicati all'oculare. Tramite questo sistema l'appaltatore dovrà esaminare condotte o parti cave di piccole dimensioni quali condutture di impianti, intercapedini, strutture nascoste, cavità situate nella muratura, canne fumarie, appoggi di solai ecc.; al fine di agevolare l'uso degli endoscopi l'appaltatore dovrà effettuare, dietro specifiche direttive della D.L. piccoli carotaggi. L'appaltatore sarà tenuto a fornire una soddisfacente documentazione fotografia o filmata sull'indagine svolta restituendo le informazioni ottenute nella forma richiesta.
c) Indagini magnetometriche – L'appaltatore utilizzerà i sistemi magnetometrici per l'individuazione dei materiali ferrosi inglobati in altri materiali o per individuare i punti di discontinuità del campo magnetico sfruttando il principio dell'induzione elettromagnetica, ovvero della capacità di un campo magnetico di indurre una corrente elettrica e viceversa. A tal fine potrà utilizzare un metal-detector composto da un oscillatore che genera la corrente ad alta frequenza attraverso una bobina. In presenza di metalli registrerà un forte assorbimento di corrente, proporzionale al quadrato della distanza. Se richiesto utilizzerà modelli muniti di una bobina con emissioni a frequenza costante; in questo caso il campo magnetico sarà intercettato da una seconda bobina, posta perpendicolarmente alla prima. In presenza di metalli il campo si deformerà e tale deformazione verrà registrata dalla seconda bobina e lo strumento sarà in grado di rilevare metalli a distanze o profondità maggiori rispetto al primo tipo, senza tuttavia fornire informazioni sulla geometria degli oggetti individuati. Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore sarà tenuto a rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore ed a segnalare i rinvenimenti su di una specifica mappa. A prova terminata l'appaltatore dovrà ricollocare il mattone e restituire le informazioni ottenute nella forma richiesta.
d) Indagini colorimetriche – La caratterizzazione colorimetrica di un materiale, in funzione dell'angolo di incidenza e di riflessione, è particolarmente complessa dovendo spesso misurare piccolissime variazioni di colore accompagnate a notevoli disparità nei valori della luminanza del campione. La corretta scelta dello strumento di misura in base alle proprie caratteristiche nominali e un'attenta valutazione di tutte le cause di incertezza, sono pre-requisiti indispensabili per ottenere risultati adeguati alle odierne richieste applicative. L'uso della strumentazione appositamente sviluppata per eseguire direttamente questo tipo di integrazioni, rende le misurazioni veloci ed economiche. Per contro, è necessario ricorrere a campioni di riferimento tarati, sia per disporre di una verifica sperimentale dell'incertezza di misura stimata, sia, in molti casi, per poter eseguire la misurazione stessa.
L'appaltatore utilizzerà in parte la fotografia parametrizzata e in parte le indagini effettuate in laboratorio. Tramite la fotografia parametrizzata riprenderà il manufatto con riferimento alle scale colorimetriche standardizzate secondo la scala Munsell. Le prove di laboratorio permetteranno di stabilire la determinazione chimica delle cariche e dei pigmenti contenuti nel rivestimento. A prova terminata l'appaltatore dovrà ricollocare il mattone e restituire le informazioni ottenute nella forma richiesta

Art. 33 Campionamento

MODALITÀ PER IL CAMPIONAMENTO DI MATERIALE IN OPERA – CRITERI PER IL CAMPIONAMENTO
La scelta del tipo e del numero di campioni da prelevare dall'opera va fatta sia in base ai diversi tipi litologici presenti, sia in base ad una osservazione visiva in loco. Da tale osservazione possono emergere:
– eventuali differenze originarie riscontrate nell'ambito di uno stesso tipo di materiale

– tipi fondamentali di materiali impiegati nell'opera (rocce magmatiche, metamorfiche, sedimentarie, laterizi, intonaci e/o stucchi e malte)
– macrostrutture (tessiture) dei tipi litologici riconosciuti
– colore ed altre eventuali caratteristiche dei materiali (per es. granulometria, se apprezzabile visivamente)
– posizionamento in opera del materiale litoide rispetto alle macrostrutture
– varie forme e stadi di degradazione, anche in funzione della quota e dell'esposizione
– alterazioni di origine biologica, tipiche ed atipiche (v. NORMAL – 1/80)
– eventuali precedenti interventi di restauro (pulitura, consolidamento, protezione, ecc.) o di sostituzione.

Documentazione – Vanno eseguite fotografie dell'opera nel suo complesso, delle parti che presentano vari stadi e forme di degradazione (macrofotografie) e delle zone da cui verranno prelevati i campioni. È inoltre necessario fornire una esauriente descrizione dei campioni prelevati, secondo la terminologia del documento NORMAL – 1/80, completandola con una documentazione fotografica dei campioni stessi e delle relative zone dopo il prelievo. È assolutamente necessario, infine, effettuare ricerche bibliografiche sulla natura e sulla provenienza dei materiali o delle materie prime utilizzati per la costruzione dell'opera o per eventuali interventi di restauro. Nel caso che le ricerche bibliografiche non abbiano fornito utili indicazioni sulla provenienza del materiale si dovrà consultare la letteratura specializzata nel campo geologico e petrografico, nel tentativo di localizzare le aree di affioramento dei litotipi presenti e di individuare le cave o i punti di prelevamento dei medesimi.

Descrizione delle alterazioni macroscopiche

È assolutamente necessario procedere a un giudizio di massima sullo stato di conservazione dell'opera e ad una descrizione delle forme di alterazione apprezzabili visivamente nei diversi tipi di materiali riconosciuti, seguendo la terminologia del documento NORMAL-1/80.

MODALITÀ DI PRELIEVO PER LO STUDIO MINERALOGICO, CHIMICO, FISICO

a) Prelievi in superficie. Nella generalità dei casi le superfici da esaminare sono costituite da una struttura stratificata, cosicché le superfici stesse non possono essere adeguatamente investigate se non nel loro spessore. L'entità ditale spessore è variabile nei singoli casi, sia che si tratti di una successione di strati di finitura o di depositi superficiali, sia che lo strato definibile come superficiale sia di uno costituito dal materiale stesso, diversamente alterato in rapporto alla profondità. Pertanto i prelievi superficiali dovranno essere eseguiti per campionature successive di tutti gli strati presenti, compreso il substrato apparentemente non alterato, e, dove possibile, operando in una zona immediatamente adiacente un prelievo complessivo da destinare a sezione stratigrafica. Per i prelievi si farà uso degli utensili e delle tecniche di prelievo più idonei, scelti anche in base alla consistenza dei materiale.

Si utilizzeranno:
– pennelli a setola morbida per materiale polverulento
– bisturi per il materiale incoerente
– scalpelli per materiale più o meno coerente.

b) *Prelievi in profondità.* L'operazione va effettuata con opportuna carotatrice in grado di fornire campioni significativi. Quando possibile, i campioni in profondità andranno prelevati nella stessa posizione da cui sono stati prelevati i campioni superficiali o in posizione molto prossima.

Il diametro della carota dovrà essere il più piccolo possibile, compatibilmente con la disomogeneità del materiale. L'operazione deve essere compiuta a un basso numero di giri (circa 100 giri/min.) per evitare il surriscaldamento del campione. Le carote devono essere prelevate lavorando a secco; si potrà ricorrere ad un intervento ad umido solo quando l'operazione non potrà essere condotta altrimenti. La carotatrice dovrà essere utilizzata per rotazione, dovrà essere dotata di opportuna slitta in grado di garantire la perpendicolarità dei taglio, dovrà essere dotata di regolatore di velocità. Si dovranno impiegare punte a ghiera diamantata o a placchette in metallo duro, eventualmente sterilizzate per indagini microbiologiche. È necessario chiudere il foro lasciato dalla carota sul manufatto. Il riempimento deve essere fatto esclusivamente con materiale le cui caratteristiche chimiche e fisiche siano tali da impedire effetti secondari (sali solubili, fenomeni di dilatazione, ecc.).

Raccolta del Materiale Prelevato. All'atto di ogni singolo prelievo è necessario valutare le dimensioni dell'area interessata e della profondità del prelievo (ove possibile stimando con calibro comparatore). Il campione sarà conservato in contenitori di materiale inerte e di minimo volume, preventivamente pesati, tappati ermeticamente e contrassegnati con il numero o la lettera corrispondenti al prelievo. Sarà opportuno effettuare nel più breve tempo possibile una pesata del materiale tal quale. Tale misura permetterà un apprezzamento di massima del quantitativo di acqua libera presente nel campione al momento del prelievo.

MODALITÀ DI PRELIEVO PER LO STUDIO BIOLOGICO

Il campionamento per lo studio biologico deve essere effettuato sulla base di un attento esame visivo delle alterazioni tipiche ed atipiche (v. NORM A L – 1/80) presentate dal manufatto. I biodeteriogeni di interesse nel settore dei manufatti costituiti da materiali lapidei, e per i quali vanno previste specifiche modalità di campionamento, sono:

– microflora chemioautotrofa ed eterotrofa (batteri del ciclo dello zolfo e del ciclo dell'azoto, batteri eterotrofi, attinomiceti, funghi microscopici)
– alghe azzurre e alghe verdi
– licheni
– muschi
– erbe infestanti.

Anche quando sul manufatto non sono visibili alterazioni chiaramente riferibili ad una origine biologica può essere opportuno conoscere la carica microbica dei biodeteriogeni presenti e potenzialmente dannosi. In questo caso il campionamento dovrà essere effettuato con le tecniche di seguito illustrate, scelte a seconda dei biodeteriogeni di cui si vuole stabilire la presenza. La quantità di campione da prelevare dipende dal tipo di analisi che si vuole effettuare (qualitativa o quantitativa) e dal numero di differenti biodeteriogeni che si analizzeranno. A seconda dei casi si impiegano bisturi, pinzette o pennelli sterili. I prelievi vengono raccolti in piastre o provette sterili, che verranno poi ermeticamente chiuse con tappi sterili e nastro adesivo. Le specifiche modalità di campionamento dipendono dal tipo di biodeteriogeno che si vuole ricercare.

– Indagini sulle patologie dei materiali

Analisi sulla presenza dei sali solubili e delle sostanze estranee

Cromatografia ionica – È una tecnica che consente, utilizzando minime quantità dell'ordine dei microgrammi, di identificare le sostanze organiche, usate come coloranti o come leganti, in base alla separazione dei componenti di una miscela. La sostanza da analizzare, mescolata ad un liquido o a un gas, scorre su un supporto solido o liquido separandosi nei suoi componenti, che migrano con velocità diverse dipendenti dalle loro caratteristiche chimico-fisiche rendendone così possibile l'identificazione. Nella cromatografia su strato sottile – tecnica di cromatografia in fase liquida – la fase stazionaria è una polvere stesa in strato sottile ed uniforme su una lastra di vetro, di metallo o di plastica, all'estremità della quale si pone la sostanza da analizzare, che migra per capillarità. Il riconoscimento avviene per confronto con sostanze standard,eventualmente facendo uso di coloranti o ricorrendo alla fluorescenza ultravioletta.
Analisi delle sostanze inorganiche – Stesse analisi per la caratterizzazione di cui all'art. 62.
Analisi delle roste nere – Diffrattometria ai raggi X di cui all'art. 64.
Microscopia ottica – Permette l'osservazione del colore delle componenti, del rilievo delle singole sostanze, dei caratteri morfologici, quali la forma, l'abito cristallino, la sfaldatura, le fratture e le deformazioni, le patologie da stress meccanico (NORMAL 14/83).
Microscopia elettronica a scansione (SEM) con microsonda X – Consente di individuare la distribuzione dei componenti e dei prodotti di alterazione. I risultati sono documentati con fotografie, mappe di distribuzione degli elementi e diagrammi.

– Rilevamento delle alterazioni dovute a presenza di umidità

Capacità di assorbimento – È l'attitudine di un materiale ad assorbire acqua, che viene fissata nelle cavità interne. Come è noto l'altezza della risalita capillare è legata poi all'evaporazione della stessa acqua di risalita: il livello massimo sarà determinato dal raggiungimento di una superficie bagnata che garantisce evaporazione di una quantità di acqua pari a quella assorbita dal terreno.
Determinazione della curva di assorbimento di acqua e della capacità di imbibizione – Vengono ricavate per immersione totale del campione in acqua e per pesate successive. Queste prove richiedono quantità di materiale piuttosto elevate (NORMAL 7/81).
Determinazione della capacità di adescamento – Consiste nel misurare la quantità d'acqua assorbita per capillarità da un campione posto a contatto con una superficie liquida. Metodologia e inconvenienti sono i medesimi della prova di determinazione della curva di assorbimento e della capacità di imbibizione (NORMAL 11/82).
a) Tecniche per la misurazione delle temperature e dell'umidità – Queste misure andranno eseguite ricorrendo a strumenti di facile impiego (termometri ed igrometri), in grado di fornire sia valori ambientali (quadro termo igrometrico) che valori relativi alle superfici. Per la determinazione dei valori relativi alle parti interne di singoli manufatti si dovrà ricorre a strumenti più precisi quali le sonde ed i misuratori del coefficiente di trasmissione termica.
Le informazioni più esaurienti si potranno ottenere solo ricorrendo alle prove limitatamente distruttive da eseguire tramite il prelievo di campioni umidi da pesare e valutare in seguito alla loro essiccazione

o in alternativa con la tecnica del carburo di calcio. L'umidità superficiale presente su di un componente potrà essere misurata ricorrendo a misuratori elettronici.

Misure di temperatura dell'aria

Termometri a mercurio o ad alcool – Questi strumenti, basati sul principio della dilatazione termica vengono utilizzati in laboratorio per la taratura ed il controllo degli altri tipi di strumenti.

Termometri a lamina bimetallica – Il principio di funzionamento si basa sulla deformazione che subisce una lamina bimetallica al variare della temperatura. La lamina è composta da due strisce metalliche sovrapposte e saldate fra loro, con diverso coefficiente di dilatazione termica. Strumento robusto di modesta precisione.

Termometri a termocoppia – Da utilizzare nel caso di registrazioni di temperatura prolungate nel tempo. Le giunzioni di due metalli diversi vengono mantenute a temperature differenti, in modo che tra di esse si venga a stabilire una differenza di potenziale. Mantenendo una delle due giunzioni ad una temperatura nota, si potrà risalire alla temperatura dell'altra, misurando la conseguente differenza di potenziale. Lo strumento è in grado di rilevare anche misure puntiformi, in quanto l'elemento sensibile è la giunzione di due fili sottilissimi.

Termometri a semiconduttori – Rilevano la temperatura attraverso un sensore costituito da un elemento che varia la sua resistenza al variare della temperatura. Conoscendo la resistenza elettrica si potrà risalire alla temperatura dell'aria. Sono gli strumenti più utili e pratici in relazione alla facilità ed alla precisione con la quale si possono attualmente misurare le variazioni di resistenza elettrica.

Misure delle temperature superficiali

Qualsiasi strumento che misura la temperatura dell'aria è anche in grado di misurare la temperatura superficiale; al fine di assicurarsi che non siano influenzati dalla temperatura dell'aria occorre assicurare un contatto perfetto tra l'elemento sensibile e la struttura. Si possono pertanto utilizzare i termometri a termocoppia, a termistori o a semiconduttori. Per limitare l'influenza della temperatura dell'aria, l'elemento sensibile viene inserito in un cono di argilla precedentemente applicato sulla superficie muraria.

Per misurare la temperatura interna di una struttura muraria basta inserire l'elemento sensibile all'interno di un foro di opportune dimensioni, avendo cura di riempire il foro, per tutta la sua lunghezza, con del materiale compatto in modo che la misurazione non possa venire influenzata dalla temperatura interna dell'aria.

Strumenti specifici per misurare la temperatura superficiale dei materiali risultano essere i termometri a raggi infrarossi. Ogni corpo infatti emette raggi infrarossi. Se tali raggi si convogliano con un sistema ottico su un termometro a termocoppia ad alta amplificazione, si può conoscere istantaneamente la temperatura di quel corpo.

Misure contemporanee di differenti variabili e relativa registrazione

Si potranno utilizzare essenzialmente tre strumenti che ovviamente non restituiscono dati in tempo reale e che devono essere posizionati in situ per periodi prestabiliti.

Termoigrografo – Lo strumento deve essere in grado di leggere e trascrivere i dati relativi sia all'umidità relativa che alle temperature e sarà costituito da un'unità di acquisizione dei dati e da un'unità di registrazione formata da un cilindro sul quale viene adagiato un apposito tabulato in carta sul quale un ago traccerà l'andamento giornaliero dell'umidità relativa e della temperatura. La velocità di rotazione del cilindro sarà inversamente proporzionale alla precisione che si vorrà ottenere nella fase di registrazione.

Termoigrometro – Lo strumento dovrà essere capace di registrare, tramite apposite sonde, l'umidità assoluta (da 0,1 a 150 g di acqua per kg di aria), il punto di rugiada (da -40 a +60 °C), l'umidità relativa (dal 15 al 90%) e la temperatura dell'aria (da –40 a +120°C). Lo strumento potrà essere dotato di un dispositivo di memorizzazione dei valori massimi e minimi registrati durante la rilevazione.

Termoigrometri digitali – Lo strumento misurerà l'umidità relativa e la temperatura ambiente reagendo rapidamente alle variazioni di umidità. Il sensore dell'umidità relativa sarà del tipo a condensatore a film sottile, che permetterà una reazione molto rapida alle variazioni dell'umidità, unita ad una precisione piuttosto elevata.

b) Accertamento della presenza di umidità da risalita. Metodi quantitativi

Metodo al carburo di acetilene

Il principio su cui si basa è quello della lettura della pressione generata da un gas che si sprigiona a seguito di una particolare reazione chimica, in presenza di acqua. Più precisamente, mescolando un campione di muratura umida con del carburo di calcio (in capsule o sfuso da misurare in bilancia di precisione) si sviluppa un gas, acetilene, in misura direttamente proporzionale alla quantità di acqua contenuta nel provino. Avvenendo la reazione chimica in ambiente chiuso, il gas sprigionato esercita una pressione, tanto maggiore quanto maggiore è il quantitativo di gas, e quindi il contenuto di acqua; la sollecitazione misurata mediante manometro indica dei valori relativi all'umidità presente nel

materiale (da misurare su apposite tabelle di conversione). Il metodo fornisce una sufficiente attendibilità (mai assoluta) solo quando si conosce con esattezza la composizione del materiale esaminato. Le modalità di esecuzione sono le seguenti:

– si esegue un prelievo di una quantità standard di materiale e si riduce in polvere

– si predispone di una dose prefissata di carburo di calcio in misura proporzionale al materiale prelevato

– si immettono i due materiali, separatamente e in fasi successive, all'interno di uno speciale contenitore metallico indeformabile ed ermetico;

– si chiude il recipiente scuotendolo in modo tale da consentire l'omogenea miscelazione delle due polveri;

– si attende che l'acetilene, che si sviluppa per effetto della reazione chimica tra il carburo di calcio e l'acqua contenuta nel materiale, confinato dalla parete rigida del recipiente, eserciti una pressione sul manometro a chiusura del contenitore. Il valore della pressione rilevato sarà funzione dell'acqua presente nel campione di muratura, ed indicherà i valori dell'umidità presente nel materiale riferito al peso secco.

L'analisi descritta è di notevole precisione, come già accennato, nel caso in cui sia nota l'esatta composizione del materiale esaminato, cosa in genere piuttosto difficile, di conseguenza si rientra in un margine di errore. Gli strumenti necessari per lo svolgimento della prova sono portatili e di poco ingombro e forniscono risultati immediati, seppure di tipo indicativo. Essendo necessario ridurre in polvere il campione per riuscire ad ottenere la reazione chimica desiderata, ed essendoci durante questa operazione una perdita d'acqua per evaporazione, è bene effettuare il prelievo del materiale in periodi o condizioni in cui sia contenuta l'evaporazione superficiale dell'acqua.

Metodo ponderale su campioni in polvere – Questo sistema si basa su di un principio molto semplice che se condotto correttamente è in grado di fornisce risultati di notevole precisione, decisamente migliori di quelli conseguibili con altri sistemi. La prova consiste nel prelevare mediante una carotatrice un campione di muratura, e nel pesarlo sia al momento del prelievo che dopo averlo essiccato; la differenza tra le due pesate misura il contenuto d'acqua presente nel campione. L'appaltatore dovrà provvedere, al prelevamento in profondità (nucleo della muratura) del numero di campioni richiesto dalla D.L.

L'esecuzione dell'accertamento non richiede in cantiere l'uso di una apparecchiatura specifica, ma il laboratorio dovrà disporre di una specifica stufa per essiccare il campione e di una bilancia di precisione. Le fasi dell'analisi saranno le seguenti:

a) Prelievo di un campione di materiale umido per mezzo di scalpello o di carotiere a secco con bassissime velocità di rotazione (l00 / 200 giri al minuto) al fine di evitare sviluppo di calore e la conseguente evaporazione dell'acqua.

b) Inserimento del campione prelevato in uno specifico contenitore in vetro, o in polietilene, con tappo a tenuta, preventivamente pesato; durante il trasporto in laboratorio occorre porre la dovuta attenzione al non esporre il recipiente agli sbalzi di temperatura al fine di garantirne l'idonea conservazione.

c) Esecuzione di una pesata complessiva, contenitore e campione.

d) Ulteriore pesata del campione estratto.

e) Essiccamento in stufa ad una temperatura pari a circa 105°C, fino ad ottenere un peso costante; determinazione del peso del campione essiccato e della percentuale di umidità riferita al peso umido, al peso secco, ed al volume.

Generalmente per essiccare i campioni saranno utilizzate delle stufe normali, con ricambio d'aria trascurabile, o stufe in corrente d'aria calda. Se i campioni da analizzare sono molti sarà preferibile ricorrere a particolari stufe a radiofrequenza, che consentono la notevole riduzione dei tempi di essiccazione. Oltre alla notevole precisione dei risultati, il sistema ponderale permette l'utilizzo del campione per ulteriori esami di laboratorio (dosaggio dei sali solubili e l'identificatone dei materiali costituenti). Il lato negativo consiste nel dovere eseguire un prelievo modesto ma distruttivo.

c) Accertamento della presenza di umidità da risalita – Metodi qualitativi

Misure elettriche resistive – Il metodo delle misure elettriche resistive si fonda sul principio che il comportamento di una muratura umida può essere assimilato a quello di una resistenza; applicando sulla muratura due sonde ravvicinate (con forma di aghi) collegate ad uno strumento di misura, quest'ultimo fornisce dei valori, espressi in percentuale, del contenuto d'acqua. La corrente elettrica sarà inversamente proporzionale alla resistenza misurabile tra i due aghi infissi, e direttamente proporzionale alla quantità d'acqua presente nel materiale. Le misure elettriche resistive interessano solo l'intonaco, o comunque la sola superficie dei materiali, per una profondità di qualche millimetro/centimetro. Generalmente si dovrà ricorrere ad una tabella di taratura e di riscontro, che analizza i materiali più usuali, essendoci nella misura un certo margine di errore dovuto al fatto che la resistenza elettrica dipende, oltre che dal quantitativo d'acqua, anche dalla presenza di sali e dalla natura stessa del materiale esaminato, di cui non sempre è nota con certezza la natura.

Le misure verranno eseguite previa la taratura preliminare dello strumento, l'inserimento degli elettrodi ad ago nel materiale (a leggera pressione), l'eventuale sigillatura, l'attivazione del passaggio della corrente e la successiva misura strumentale mediante e comparazione dei valori rilevati con la taratura iniziale.
Misure elettriche capacitive – Le misure capacitive consistono nel rilevare la costante dielettrica di una porzione di intonaco sulla quale vengono posti superficialmente due elettrodi a piastra. Questi ultimi possono essere entrambi ubicati sulla stessa parete, oppure su due facce della struttura; nel primo caso la costante misurata sarà quella del materiale di contatto, nel secondo dell'intera sezione interposta tra le due piastre di rilevamento.
Le misure verranno eseguite mediante: il posizionamento di due elettrodi a piastra sulla parte di materiale su cui condurre l'indagine, la determinazione della costante dielettrica del materiale di contatto, o dell'intera sezione, selezionando una zona asciutta; la successiva definizione della costante dielettrica del materiale, o dell'intera sezione in una zona umida; depurazione dei risultati ottenuta tramite il confronto fra le due differenti misure (in zona asciutta ed umida), e determinazione finale, per sottrazione del valore dell'umidità.
Le misure capacitive presentano il vantaggio di risultare rapide, di non richiedere alcuna infissione. Gli elettrodi a piastra, in genere, sono poco influenzati dalla presenza di sali. Questo sistema, che prevede il semplice contatto, può essere applicato su superfici pregiate senza intaccarle in alcun modo.
Mappatura termografica – Vedi art. 57.1.a)
d) Accertamento della presenza di umidità da condensa
All'appaltatore potrà essere richiesto il rilevamento periodico o in continuo dei valori di T ed UR tramite termoigrometri o termoigrografi. Queste misure andranno eseguite ricorrendo a strumenti di facile impiego (termometri ed igrometri), in grado di fornire sia valori ambientali (quadro termo igrometrico) che valori relativi alle superfici. Per la determinazione dei valori relativi alle parti interne di singoli manufatti l'appaltatore dovrà ricorre a strumenti più precisi quali le sonde ed i misuratori del coefficiente di trasmissione termica. Per misure in continuo potrà essere richiesto l'utilizzo di registratori fissi o portatili di temperatura e di umidità relativa. Questi strumenti dovranno registrare in continuo temperatura e umidità, attraverso appositi sensori, registrando i valori a traccia in continuo su un cilindro. Lo strumento sarà dotato di un orologio interno a movimento meccanico per registrazioni nelle: 24 ore, 7 giorni e 4 x 7 giorni, provvisto di un elemento tipo bimetallico per la misura della temperatura e di un elemento a fascio di capelli per la misura della umidità alimentati a corrente o a batteria standard da 1,5 V.

- Indagini preliminari ai trattamenti protettivi e consolidanti ed indagini volte alla verifica dell'efficacia dell'intervento effettuato

Valutazione preliminare dell'efficacia dei materiali e dei metodi per gli interventi conservativi
I controlli possono essere effettuati non solo in vista della conservazione di un determinato manufatto, ma anche allo scopo di qualificare eventuali nuovi prodotti e nuove metodologie. Essi vanno eseguiti in parallelo su materiale lapideo trattato e non trattato, avendo cura di effettuare il trattamento in laboratorio con modalità il più possibile simili a quelle da impiegare sul manufatto. Le misure dovranno essere condotte secondo le Raccomandazioni NORMAL o, in assenza di queste, dovranno essere chiaramente descritti i metodi sperimentali adottati. Quando per un intervento su un particolare materiale lapideo si voglia utilizzare un prodotto, o un metodo, già ampiamente sperimentato su pietre dello stesso tipo, o analoghe, nel progetto esecutivo andrà fatto chiaro riferimento a tali precedenti esperienze.
Pulitura
L'efficacia di un metodo di pulitura può essere valutata solo mediante prove preliminari effettuate direttamente sul manufatto, mentre l'eventuale pericolosità nei riguardi dei litotipo va valutata mediante prove di laboratorio. Il sistema in esame va applicato, con modalità e tempi il più possibile simili a quelli che verranno adottati in loco, ad almeno cinque campioni di ogni litotipo. I campioni devono essere di forma regolare (per esempio:lastrine di c m 5 x 5 x 2), la superficie da trattare va levigata in modo omogeneo con carte smerigliate a granulometria via via più sottile (fino al n. 1000). Dopo il trattamento di pulitura andranno misurati almeno:
a) colore d'insieme (per esempio, mediante le Carte Munsell, DIN, Methuen)
b) assorbimento d'acqua per capillarità attraverso la superficie trattata (NORMAL-11/82)
c) rugosità (preferibilmente mediante rugosimetro)
d) morfologia della superficie (mediante osservazioni al microscopio ottico in campo chiaro ed in campo scuro)
e) variazione ponderale
f) contenuto di eventuali sali solubili residui(nel caso di pulitura con mezzi chimici).
Consolidamento e protezione chimica

Un trattamento di consolidamento deve essere sempre seguito da un trattamento di protezione che, tenuto conto del fatto che un'azione protettiva nei confronti dell'acqua è sempre auspicabile, conferisca idrorepellenza alla pietra. Poiché in commercio esistono prodotti consolidanti che hanno anche proprietà idrorepellenti, i campioni trattati con tali prodotti non andranno sottoposti ad ulteriore trattamento protettivo. Solo così il confronto fra consolidanti di natura diversa, alcuni dei quali con caratteristiche idrorepellenti, sarà significativo.

Preparazione dei campioni

I campioni devono essere di forma regolare, generalmente si opera su cubi con spigolo di 5 cm o comunque non inferiore a 3 cm. Il taglio viene effettuato con disco diamantato, a umido. Per i campioni destinati a prove meccaniche è necessaria la perfetta planarità della superficie. Il numero minimo di campioni da impiegare dipende dall'omogeneità del materiale lapideo e dalla sequenza operativa che si adotterà nell'esecuzione delle misure, alcune delle quali richiedono la distruzione del campione. In linea di massima si ritiene necessario impiegarne almeno 20 per ogni tipo di trattamento da sottoporre a controllo.

Quando il controllo viene effettuato per ricercare il trattamento più idoneo ad un particolare monumento sarebbe opportuno utilizzare campioni provenienti dal monumento stesso e rappresentativi dello stato di conservazione di ciascuno dei litotipi presenti. Poiché non sempre è possibile prelevarne in quantità sufficiente per la sperimentazione, ci si può servire di materiali dello stesso litotipo recuperati nella demolizione o sostituzione di parti di edifici della zona ed appositamente archiviati e immagazzinati (NORMAL 2180).

Qualora non si verifichino le precedenti alternative vanno utilizzati campioni di cava invecchiati naturalmente o artificialmente. L'invecchiamento deve essere spinto fino a raggiungere, con sufficiente approssimazione, le caratteristiche del materiale in opera. La scelta del tipo di "invecchiamento artificiale" viene effettuata di volta in volta in base ai risultati ottenuti dall'indagine sulle cause di degrado. I metodi più frequentemente impiegati sono: cicli di gelo-disgelo, cicli di secco-umido, cicli di cristallizzazione di sali e cicli di corrosione per nebbia acida.

Applicazione dei consolidante

a) I campioni destinati alle prove di assorbimento di acqua per immersione e di resistenza all'invecchiamento vengono completamente rivestiti da due strati di garza con uno strato di ovatta di cotone interposto ("packet"). I provini, così rivestiti, vengono poggiati su un supporto di vetro posto all'interno di una vaschetta, anch'essa di vetro, contenente la soluzione consolidante. Il livello della soluzione non deve raggiungere la base dei provini e va mantenuto costante; l'impregnazione avviene per capillarità attraverso un lembo di ovatta che fuoriesce appositamente dal "packet" e che si trova immerso nel liquido impregnante;

b) i campioni destinati alle misure di porosità, alla valutazione della profondità di penetrazione, alla misura della permeabilità al vapor d'acqua e alla misura dell'assorbimento di acqua per capillarità non vengono fasciati. In questo caso l'impregnazione si effettua su una sola faccia del campione. Si opera per capillarità mediante una spessa striscia di cotone posizionata in modo da avere l'estremità inferiore immersa nella soluzione e quella superiore aderente alla faccia da impregnare. Una siffatta preparazione consente di valutare meglio l'effettiva profondità di penetrazione del consolidante, in quanto è più simile al trattamento effettuabile in situ.

Sia nel caso a) che nel caso b) la concentrazione del consolidante viene stabilita mediante prove preliminari; il tempo di trattamento è in genere di 72 ore. Fa eccezione il caso in cui la ditta fornitrice specifichi particolari modalità di applicazione. Terminato il processo di impregnazione, i provini vanno liberati dall'involucro di garza e cotone e lasciati asciugare, prima a temperatura ambiente e poi in stufa. Salvo diversa indicazione della ditta fornitrice, il tempo di permanenza in aria è di circa 1 mese e la temperatura della stufa è di 50-60° C.

Applicazione del protettivo

Terminato il processo di consolidamento, viene applicato il protettivo, a temperatura ambiente e, in genere, mediante pennello, sulle stesse facce del campione trattate con il consolidante. Normalmente si effettuano due applicazioni successive con un intervallo di tempo variabile da 1 a 3 giorni, salvo diversa indicazione della ditta fornitrice. I campioni vengono poi lasciati a temperatura ambiente per almeno 20 giorni, prima di iniziare i controlli, salvo indicazione della ditta fornitrice. Per valutare l'efficacia del solo protettivo, il prodotto si applica su campioni tal quali e con le stesse modalità ora descritte.

Caratteristiche dei prodotti impiegati

La viscosità dei prodotti impiegati per il consolidamento e per la protezione viene misurata a 20°C ed espressa in cl nel caso di prodotti sciolti in solvente, la concentrazione della soluzione impiegata viene espressa come in massa.

Misure per la valutazione di trattamenti consolidanti e protettivi. Le misure vengono effettuate su almeno tre campioni trattati e, per confronto, su uno stesso numero di campioni non trattati. Vanno valutate almeno le seguenti caratteristiche:

a) variazione ponderale

b) colore d’insieme (mediante Carte Munsell, DIN, Methuen; con misure di riflettanza)
c) assorbimento d’acqua per capillarità (v. NORMAL – 11/82)
d) assorbimento d’acqua per immersione totale (v. NORMAL – 7/81)
e) assorbimento d’acqua sotto basse pressioni, con il metodo della pipetta
f) velocità di evaporazione dell’acqua assorbita. La prova viene effettuata immediatamente dopo quella dell’assorbimento di acqua per immersione totale, sugli stessi campioni, in condizioni costanti di temperatura e di umidità relativa ed in assenza di ventilazione (T = 20 °C, UR 55% ottenuta con gel di silice);
g) distribuzione porosimetrica (v. NORMAL – 4/80). Le misure vengono effettuate su almeno due strati successivi del campione, a partire dalla superficie trattata. Ogni strato deve avere uno spessore di 0,5 cm e, per ognuno di essi, si eseguono almeno 3 misure;
h) permeabilità al vapor d’acqua misurata su strati dello spessore di 1cm, ottenuti sezionando il campione parallelamente alla faccia trattata;
i) valutazione della profondità di penetrazione del consolidante. Si opera mediante: misure di porosità su strati successivi; metodi ottici quali l’osservazione al microscopio ottico ed elettronico a scansione di porzioni successive di campione e l’osservazione ad occhio nudo di sezioni, trasversali alla faccia trattata, spruzzate con acqua; misura della velocità di assorbimento di microgocce di acqua, sulle stesse sezioni trasversali;
j) resistenza a compressione ed analisi della curva sforzo-deformazione. Si fa presente che per materiali lapidei poco porosi la prova potrebbe non essere particolarmente significativa per il minimo incremento che il materiale potrebbe subire a causa della ridotta penetrazione del consolidante.
Le misure, ad eccezione di quelle elencate al punto i), vanno ripetute dopo aver esposto i campioni ad un numero conveniente di cicli di “invecchiamento artificiale”. Tali cicli vanno scelti tra quelli che meglio simulano i fattori di alterazione ai quali è esposto il manufatto da trattare. Gli “invecchiamenti” più frequentemente usati, anche in combinazione fra loro, sono:

– esposizione alle radiazioni UV, in condizioni controllate di temperatura ed umidità relativa
– cicli di secco-umido e cicli termici
– cicli di gelo-disgelo
– cicli di cristallizzazione di sali
– cicli di corrosione per nebbia acida e/o salina.

Misure per la valutazione di trattamenti protettivi
Volendo valutare l’efficacia del solo protettivo vanno considerate almeno le caratteristiche elencate nel precedente paragrafo (misure per la valutazione di trattamenti consolidati e protettivi) ai punti b), c), e), f), h). Va inoltre eseguita la misura dell’angolo di contatto tra la superficie trattata e acqua deionizzata. Le misure vanno ripetute dopo aver esposto i campioni ad un numero sufficiente di cicli di “invecchiamento artificiale” secondo quanto descritto al paragrafo precedente.

Art. 34 Valutazione dell’efficacia dei trattamenti

La valutazione dell’efficacia dei trattamenti di pulitura, consolidamento e protezione va effettuata esaminando complessivamente l’insieme dei risultati ottenuti e stimando eventualmente la significatività delle diverse prove in funzione dello scopo del trattamento preso in esame (prevalentemente consolidante, solo protettivo, ecc.). Al momento attuale non si possono stabilire dei limiti di accettabilità per i vari trattamenti. La valutazione non ha mai valore assoluto, ma rappresenta comunque un modo oggettivo di confronto tra materiale trattato e non trattato e tra prodotti diversi. Per la sua delicatezza, va affidata soltanto ad esperti scientifici con specifica esperienza nel settore della conservazione dei materiali lapidei.
Pulitura
Tutte le proprietà misurate (a, b, c, d, e, f) devono subire le minori variazioni possibili.
Consolidamento
a) variazione ponderale: un incremento viene considerato positivo; tale dato ha significato solo nell’apprezzamento del materiale sperimentato, ma non per giudicare la bontà del trattamento;
b) colore d’insieme: non si devono verificare apprezzabili variazioni;
c) assorbimento d’acqua per capillarità: deve essere ridotto sia il coefficiente di assorbimento che il valore massimo dell’acqua assorbita;
d) assorbimento d’acqua per immersione totale: la capacità di imbibizione deve essere ridotta;
e) assorbimento d’acqua sotto basse pressioni: l’imbibizione deve essere minima;
f) velocità di evaporazione dell’acqua assorbita: deve essere la più alta possibile o, quanto meno, la più vicina a quella del materiale non trattato;
g) distribuzione porosimetrica: la porosità aperta integrale deve essere ridotta; la percentuale dei pori piccoli (diametro < 1 mm) deve avere il minimo incremento;

h) permeabilità al vapor d'acqua: deve essere la più alta possibile o, quanto meno, la più vicina a quella del materiale non trattato;
i) profondità di penetrazione del consolidante: deve essere la massima possibile e con la massima omogeneità di diffusione;
l) carico di rottura a compressione: deve subire un incremento.
Protezione
Valgono le stesse indicazioni date per la valutazione del consolidante. La misura dell'angolo di contatto deve registrare l'incremento più alto possibile.
UNI 10921 *Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Prodotti idrorepellenti – Applicazione su provini e determinazione in laboratorio delle loro caratteristiche.*

Capo IV - QUALITA E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 35 Qualità e provenienza dei materiali

Materiali in genere

I materiali occorrenti per la realizzazione dei lavori di restauro saranno prodotti nella località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio dell'appaltatore (in seguito nominata D.L.) e degli organi di controllo preposti alla tutela del patrimonio artistico e monumentale, siano riconosciuti nella migliore qualità ed il più possibile compatibili con i materiali preesistenti in modo da non interferire negativamente con le proprietà fisiche, chimiche e meccaniche dei manufatti da risanare.
L'appaltatore sarà obbligato, in qualsiasi momento, ad eseguire o a fare compiere, presso gli stabilimenti di produzione o laboratori ed istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla D.L. sui materiali impiegati o da impiegarsi (sia che siano preconfezionati o formati nel corso dei lavori o preesistenti) ed, in genere, su tutte le forniture previste dall'appalto.
In particolare, sui manufatti di valore storico-artistico, se gli elaborati di progetto lo prevedono, sarà cura dell'appaltatore:
- determinare lo stato di conservazione dei manufatti da restaurare;
- individuare l'insieme delle condizioni ambientali e climatiche cui è esposto il manufatto;
- individuare le cause e i meccanismi di alterazione;
- controllare l'efficacia e l'innocuità dei metodi d'intervento mediante analisi di laboratorio da effettuare secondo i dettami delle " raccomandazioni NORMAL " pubblicate dalle commissioni istituite e recepite dal Ministero per i Beni Culturali col decreto n. 2093 del 11-11-82. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme del C.N.R., verrà effettuato in contraddittorio con l'appaltatore e sarà appositamente verbalizzato.
I materiali non accettati dalla D.L., in quanto a suo insindacabile giudizio non riconosciuti idonei, dovranno essere rimossi immediatamente dal cantiere a curare a spese dell'appaltatore e sostituiti con altri rispondenti ai requisiti richiesti. L'appaltatore resta comunque responsabile per quanto concerne la qualità dei materiali forniti. Infatti, questi ultimi, anche se ritenuti idonei dalla D.L., dovranno essere accettati dall'Amministrazione in sede di collaudo finale.

Materiali naturali di cava

Acqua - Oltre ad essere dolce e limpida, dovrà anche avere un PH neutro ed una morbidezza non superiore al 2%. In ogni caso non dovrà presentare tracce di sali (in particolare solfati di magnesio o di calcio, cloruri, nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%), di aggressivi chimici e di inquinamenti organici o inorganici.
Tutte le acque naturali limpide (ad esclusione della sola acqua di mare) potranno essere usate per le lavorazioni. Le acque, invece, che provengono dagli scarichi industriali o civili poiché, contengono sostanze (zuccheri, oli grassi, acidi, basi) capaci d'influenzare negativamente la durabilità dei lavori, dovranno essere vietate per qualsiasi tipo di utilizzo.
Per quanto riguarda le acque torbide, le sostanze in sospensione non dovranno superare il limite di 2 gr/lt.

Sabbia - La sabbia naturale o artificiale da miscelare alle malte (minerali o sintetiche) sia essa silicea, quarzosa, granitica o calcarea, non solo dovrà essere priva di sostanze inquinanti ma anche possedere una granulometria omogenea (setaccio 2 UNI 2332) e provenire da rocce con alte resistenze meccaniche. La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata onde eliminare qualsiasi sostanza nociva.

Sabbia per murature ed intonaci - Dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari dal diametro di mm. 2 per murature in genere e dal diametro di mm. 1 per intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio (setaccio 2-1 UNI 2332).

Sabbie per conglomerati - Dovranno corrispondere a requisiti del D.M. 03.06.1968, all. 1 punto 2 e al D.M. 27.07.1985. I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0, 1 e 5 mm. (UNI 2332 ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera (UNI 85230).
Per il confezionamento di calcestruzzi e di malte potranno essere usati sia materiali lapidei con massa volumica compresa fra i valori di 2.100 e 2.990 kg/mc sia aggregati leggeri aventi massa volumica inferiore a 1.700 kg/mc. Sarà assolutamente vietato l'uso di sabbie marine.

Rinforzanti per resine - Dovranno possedere i requisiti richiesti dai produttori di resine o dalla D.L. la granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione e al tipo di lavorazione. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive.
I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso di umidità in peso non superiore allo 0, 09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; in particolare, salvo diverse istruzioni impartite dalla D.L., le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0, 10-0, 30 mm. per un 25%, di 0, 50-1, 00 mm. per un 30% e di 1, 00-2, 00 mm. per il restante 45%.
Le polveri (silice ventilata - silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80 micron e saranno aggiunte, ove prescritto alla miscela secca di sabbie in un quantitativo di circa il 10-15% in peso. In alcune applicazioni potranno essere usate fibre di vetro sia del tipo tessuto che non tessuto, fibre di amianto e fiocchi di nylon. In particolare la D.L. e gli organi preposti dovranno stabilire le caratteristiche tecniche dei rinforzanti, dei riempitivi, degli addensanti e di tutti gli altri agenti modificatori per resine in base all'impiego ed alla destinazione.

Ghiaia e pietrisco - Le ghiaie, prodotte dalla frantumazione naturale delle rocce o di materiali analoghi ottenuti per frantumazione artificiale di ciotolio blocchi di roccia, dovranno avere i seguenti requisiti:
- buona resistenza alla compressione;
- bassa porosità in modo che sia assicurato un basso coefficiente di imbibizione;
- assenza dei composti idrosolubili (es. gesso);
- assenza di sostanze polverose, argillose o di terreno organico in quanto tali materiali impediscono agli impasti di calce e cemento di aderire alla superficie degli aggregati inerti.

Per il controllo granulometrico sarà obbligo dell'appaltatore approvvigionare emettere a disposizione della D.L. i crivelli UNI 2334.

Ghiaia e pietrisco per conglomerati cementizi - La dimensione dei granuli degli aggregati dovrà essere prescritta dalla D.L. in base alla destinazione d'uso e alle modalità d'applicazione. Le loro caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal D.M. 27.07.1985, All. 1, punto 2 e dalla norma UNI 7466-1-2-3/75.
Pomice, argilla espansa ed altri inerti leggeri - Dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto, essere asciutti ed esenti da alterazioni, polveri, sostanze organiche e materiali estranei (UNI 7549/1-12/76). Se utilizzati per miscele strutturali dovranno possedere resistenza meccanica intorno ai valori di 15 N/mmq.

Pietre naturali e marmi - Le pietre naturali da impiegare per la muratura o per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere di grana compatta ed esenti da piani di sfaldamento, screpolature, venature ed inclusioni di sostanze estranee; inoltre, dovranno avere dimensioni adatte al particolare tipo di impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui dovranno essere sottoposte e possedere un'efficace capacità di adesione alle malte.
Il carico di sicurezza a compressione non dovrà mai superare il 20% del rispettivo carico di rottura. Saranno escluse, salvo specifiche prescrizioni, le pietre gessose ed in generale tutte quelle che potrebbero subire alterazioni per l'azione degli agenti atmosferici o dell'acqua corrente.
La materia riguardante le pietre naturali è disciplinata dal R.D. del 16.11.1939 n. 2232 (G.U. n. 92/1940).
.

Calci, pozzolane, leganti idraulici, leganti idraulici speciali e leganti sintetici

Modalità di fornitura e conservazione - L'approvvigionamento dei leganti potrà essere effettuato sia ricorrendo al prodotto sfuso che a quello confezionato in sacchi sigillati su cui dovranno essere chiaramente indicati il peso, la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua occorrente per il confezionamento di una malta normale e le resistenze minime a trazione ed a compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini. L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà essere annotata sul giornale dei lavori o sul registro dei getti; la conservazione dei leganti dovrà essere effettuata in locali asciutti e su tavolati in legname approntati a cura dell'appaltatore; lo stoccaggio sarà, preferibilmente, effettuato in adeguati "silos".

Leganti tradizionali
Calci aeree - Le calci, ottenute dalla cottura di calcare, dovranno possedere caratteristiche d'impiego richieste dal R.D. n. 2231 del 1939 (G.U. 18.04.1940) che prende in considerazione i seguenti tipi di calce:

- calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2, 5%;
- calce magra in zolle o calce viva contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1, 5%;
- calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, si distingue: in fiore di calce quando il contenuto minimo degli idrossidi di calcio Magnesio non Š inferiore al 91%; calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo degli idrossidi non Š inferiore all'82%. In entrambi i tipi di calce idrata il contenuto massimo di carbonati e d'impurità non dovrà superare il 6% e l'umidità il 3%.
Per quanto riguarda la finezza dei granuli, la setacciatura dovrà essere praticata con vagli aventi fori di 0, 18 mm. e la parte trattenuta dal setaccio non dovrà superare l'1% nel caso del fiore di calce ed il 2% nella calce idrata da costruzione; se, invece, si utilizza un setaccio da 0, 09 mm. la parte trattenuta non dovrà essere superiore al 5% per il fiore di calce e del 15% perla calce idrata da costruzione. Quest'ultima dovrà essere confezionata con idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Nelle confezioni dovranno essere ben visibili le indicazioni del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o di calce idrata da costruzione.

Leganti idraulici - I cementi e le calci idrauliche dovranno possedere le caratteristiche d'impiego stabilite dalla legge n. 595 del 26 maggio 1965 e del D.M. del 31 agosto 1972; invece, le norme relative all'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e collaudo saranno regolate dal successivo D.M. del 3 giugno 1968 e dal D.M. 20.11.1984.

Pozzolane - Per quanto concerne le norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico si farà riferimento al R.D. 16.11.1939, n. 2230.
Gessi per l'edilizia - I gessi per l'edilizia, distinti in base alla loro destinazione (per muri, intonaci, pavimenti, ecc.) in base alla UNI 6782, avranno le caratteristiche fisiche (granulometria, resistenza) e chimiche (tenore solfato di calcio, contenuto d'impurità) fissate dalla norma UNI 8377.
I gessi dovranno essere approvvigionati in sacchi sigillati riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto. L'immagazzinaggio dovrà essere effettuato con tutti gli accorgimenti atti ad evitare il degrado per umidità.

Leganti idraulici speciali:

Cementi a presa rapida - Dovranno rispondere alle soprindicate norme sui cementi ed essere conservati al riparo dell'umidità; le modalità di posa in opera dovranno rispettare scrupolosamente le prescrizioni del produttore e gli sfridi, a presa avvenuta, essere portati a rifiuto.

Cementi privi di ritiro - Costituiti da cemento portland, agenti espansivi (solfoalluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti avranno le seguenti caratteristiche:
- assenza di ritiro sia in fase plastica che in fase d'indurimento (UNI 6555- 73);
- consistenza (slump) compresa fra i valori di 14-20 cm.;
- assenza di acqua essudata (bleeding) UNI 7122;
- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stessa (UNI 7123/72);
- ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (UNI 10020/72);
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (UNI 6132/72, 6235/72, 6556)

Verranno impiegati miscelandoli con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore e gli sfridi, una volta rappresi, dovranno essere trasportati a rifiuto.
L'appaltatore dovrà prestare particolare attenzione alla loro stagionatura umida ricorrendo alle modalità consigliate dal produttore.

Leganti sintetici

Resine - Le resine sono sostanze vetrose ed amorfe di tipo solido-liquido, prive di un punto di fusione netto che subiscono, tramite somministrazione di calore, una graduale diminuzione della loro viscosità. A base di polimeri organici in cui un gran numero di atomi sono uniti mediante legami chimici primari, vengono classificate relativamente al loro comportamento in termoplastiche e termo indurenti.
L'utilizzo di detti materiali, la provenienza, la preparazione, il peso dei singoli componenti e le modalità d'applicazione saranno concordati con la D.L. dietro la sorveglianza e l'autorizzazione degli argani preposti alla tutela del bene in oggetto.
In presenza di manufatti di particolare valore storico-artistico sarà vietato, salvo specifica disposizione degli elaborati di progetto, in assenza di analisi di laboratorio, di prove applicative o di specifiche garanzie da parte della ditta produttrice sull'effettiva irreversibilità dell'indurimento ed in mancanza di

una comprovata compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali edili preesistenti, utilizzare prodotti di sintesi chimica.
Le caratteristiche dei suddetti prodotti saranno conformi alle norme UNICHIM, mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle raccomandazioni NORMAL. In particolare le caratteristiche qualitative dei legami organici in base alloro impiego saranno le seguenti:
- perfetta adesione ai comuni materiali da costruzione ottenuta mediante la formazione di un sufficiente numero di gruppi polari capaci di stabilire legami fisici d’affinità con i costituenti sia minerali che organici dei materiali trattati;
- buona stabilità alla depolimerizzazione ed all'invecchiamento;
- elevata resistenza all'attacco chimico operato da acque, sostanze alcaline o da altri tipi di aggressivi chimici;
- limitatissimo ritiro in fase d'indurimento.

Resine epossidiche - Derivate dalla condensazione del bisfenolo A conepicloridrina, potranno essere del tipo solido o liquido. In combinazione con appositi indurenti amminici che ne caratterizzano il comportamento, potranno essere utilizzate anche miscele con cariche minerali, riempitivi, solventi ed addensanti, solo dietro approvazione del D.L., per lavori in cui sarà necessario sfruttare le loro elevatissime capacità adesive. Saranno vietati tutti i trattamenti superficiali che potrebbero sostanzialmente modificare l'originario effetto cromatico dei manufatti (UNI 7097-72). Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM. Le caratteristiche richieste in relazione allo specifico utilizzo (+ 20C) sono le seguenti:

1) Formulati per impregnazione:
Punto d’infiammabilità 90øC
ritiro 0,10%
viscosità (a+b) mPa.s 150
pot life (minuti) 60
assorbimento 2%
punto Martens 35øC
resistenza a trazione (MPa) 50
resistenza a flessione (MPa) 50
resistenza a compressione (MPa) 70
modulo elastico a fless. (MPa) 1.000

2) Formulati per iniezione:
2a) per lesioni inferiori a mm 1, 5:
Punto d’infiammabilità 90øC
ritiro 12%
viscosità (a+b) mPa.s 150-400
pot life (minuti) 30
assorbimento 2%
punto Martens 50øC
resistenza a trazione (MPa) 30
resistenza a flessione (MPa) 50
resistenza a compressione (MPa) 70
modulo elastico a fless. (MPa) 1.000 - 3.000

2b) per lesioni superiori a mm 1, 5:
Punto d’infiammabilità 90øC
ritiro 12%
viscosità (a+b) mPa.s 3.500-4.000
pot life (minuti) 30
assorbimento 2%
punto Martens 50øC
resistenza a trazione (MPa) 50
resistenza a flessione (MPa) 50
resistenza a compressione (MPa) 70
modulo elastico a fless. (MPa) 3.000

3) Formulati per betoncini:
Punto d’infiammabilità 90øC

ritiro 0,10%
viscosità (a+b) mPa.s 7.000
pot life (minuti) 60
assorbimento 2%
punto Martens 35øC
resistenza a trazione (MPa) 30
resistenza a flessione (MPa) 30
resistenza a compressione (MPa) 90
modulo elastico a fless. (MPa) 17.000

4) Formulati per restauro strutture:
Punto d'infiammabilità 90øC
ritiro 0,10%
viscosità (a+b) mPa.s 7.000
pot life (minuti) 30
assorbimento 2%
punto Martens 35øC
resistenza a trazione (MPa) 30
resistenza a flessione (MPa) 50
resistenza a compressione (MPa) 70
modulo elastico a fless. (MPa) 700

5) Formulati per incollaggi strutturali:
Punto d'infiammabilità 90øC
ritiro 0,10%
viscosità (a+b) mPa.s 8.000
pot life (minuti) 60
assorbimento 2%
punto Martens 40øC
resistenza a trazione (MPa) 80
resistenza a flessione (MPa) 50
resistenza a compressione (MPa) 80
modulo elastico a fless. (MPa) 1.000
adesione (MPa) 6

Resine poliesteri - Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi polibasici e le loro anidridi, potranno essere usate sia come semplici polimeri liquidi sia in combinazione con fibre di vetro, di cotone o sintetiche o con calcari, gesso, cementi e sabbie.
Anche per le resine poliesteri valgono le stesse precauzioni, divieti e modalità d'uso enunciati a proposito delle resine epossidiche.
Le loro caratteristiche meccaniche, le modalità d'applicazione e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.

Resine a scambio ionico e cationico

<u>Laterizi</u>

I laterizi da impiegare per i lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R. decreto 16.11.1939, n. 2233, e decreto ministeriale 27.07.1985 all. 7, ed alle norme UNI vigenti.
I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza (salvo diverse proporzioni dipendenti dall'uso locale), di modello costante, presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a quella indicata dalla normativa UNI 5632- 65.
I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno Kg. 16 per centimetro quadrato di superficie totale premuta (UNI 5631-65; 2105-07).
Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a mm. 20 dai bordi estremi dei due lati più corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a Kg. 120, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di Kg. 1 cadente dall'altezza di cm. 20. Sotto un carico di mm. 50 d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole devono risultare impermeabili (UNI 2619-20- 21-22).

Le tegole piane infine non devono presentare difetto alcuno nel nasello.

Materiali ferrosi e metalli vari

a) Materiali ferrosi - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, trafilature, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal R.D. 15 07.1925 e dalle norme UNI vigenti e presentare inoltre, seconda della loro quantità, i seguenti requisiti:

1. Ferro - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.

2. Acciaio trafilato o laminato - Tale acciaio, nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, discrepolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà sono richieste perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alterazioni; esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare (UNI 7070/72).

3. Acciaio per strutture in cemento armato - L'acciaio per cemento armato sia esso liscio o ad aderenza migliorata dovrà essere rispondente alle caratteristiche richieste dal D.M. 27.07.85, dagli allegati 4, 5, 6 e dalle successive modifiche ed integrazioni. Dovrà essere privo di difetti ed inquinamenti che ne pregiudichino l'impiego o l'aderenza ai conglomerati (UNI 6407/69).

4. Reti in acciaio elettro saldato - le reti di tipo normale dovranno avere diametri compresi fra 4 e 12 mm e, se previsto, essere zincate in opera; le reti di tipo inossidabile dovranno essere ricoperte da più strati di zinco (circa 250 gr/mq) perfettamente aderenti alla rete; le reti laminate normali o zincate avranno un carico allo sfilamento non inferiore a 30-35 kg/mmq. Tutte le reti elettrosaldate da utilizzare in strutture di cemento armato avranno le caratteristiche richieste dal citato D.M. 27.07.85.

5. Acciaio fuso in getti - L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

6. Ghisa - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare le resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

b) Metalli vari - Il piombo (UNI 3165, 6450, 7043), lo zinco (UNI 2013 e 2014/74), lo stagno (UNI 3271 e 5539), il rame (UNI 5649, l'alluminio (UNI C.D.U. 669/71), l'alluminio anodizzato (UNI 4222/66), il titanio (UNI) e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

Legnami

I legnami da impegnare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza esse siano dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912 ed alle norme UNI vigenti, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. (UNI 8198)
I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radicale che circolare. Essi dovranno essere perfettamente stagionati, a meno che non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme, essere privi di alburno ed esenti da nodi, cipollature, buchi, od altri difetti (UNI per porte 2997/99, 3000/04, 3193/3209; per finestre 2817/30, 2972/93, persiane e cassonetti 2825/33 2990/94). Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure.
I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente diritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun

punto dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.
Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.
I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.
I pannelli in fibre di legno saranno uniformi alla UNI 2088/89 e 5062 P, i pannelli in particellato di legno alla UNI 4866/67 e le lastre di agglomerato ligneo alla UNI 2087.
I legnami per pavimentazione siano essi listoni (UNI 4773) che tavolette (UNI 4374) dovranno essere perfettamente stagionati, ben piallati, privi di nodi, fenditure, tarlature ed altri difetti che ne alterino l'aspetto, la durata e la possibilità di montarli a perfetta regola d'arte.

Colori e vernici - Generalità

L'appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente colori e vernici di recente produzione, provenienti da recipienti sigillati, recanti il nome del produttore, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e la data di scadenza. Dovrà aprire i recipienti in presenza della D.L. che avrà l'obbligo di controllarne il contenuto.
I prodotti vernicianti dovranno risultare esenti da fenomeni di sedimentazione, di addensamento o da qualsiasi altro difetto, assolvere le funzioni di protezione e di decorazione, impedire il degrado del supporto proteggendolo dagli agenti atmosferici, dall'inquinamento, dagli attacchi dei microorganismi, conferire alle superfici l'aspetto stabilito dagli elaboratori di progetto ed, infine, mantenere tali proprietà nel tempo.
Le loro caratteristiche saranno quelle stabilite dalle norme UNI 4656 contrassegnate dalla sigla UNI/EDL dal n. 8752 al n. 8758 e le prove tecnologiche, che dovranno essere effettuate prima dell'applicazione, saranno regolate dalle norme UNICHIM M.U. (1984) n. 443-45, 465-66, 517, 524-25, 562-63, 566, 570-71 583, 591, 599, 602, 609-11, 619.
Le cariche e i pigmenti contenuti nei prodotti vernicianti dovranno colorare in modo omogeneo il supporto, livellarne le irregolarità, proteggerlo dagli agenti corrosivi e conferirgli l'effetto cromatico richiesto.
L'appaltatore dovrà impiegare solventi e diluenti consigliati dal produttore delle vernici o richieste dalla D.L. che dovranno possedere le caratteristiche stabilite dalle norme UNICHIM, foglio d'informazione n. 1-1972. Il rapporto di diluizione (tranne che per i prodotti pronti all'uso) sarà fissato in concordanza con la D.L.
I leganti dovranno essere formati da sostanze (chimiche o minerali) atte ad assicurare ai prodotti vernicianti le caratteristiche stabilite, in base alla classe di appartenenza, dalle norme UNI.
In presenza di manufatti di particolare valore storico-artistico, sarà fatto divieto all'appaltatore di utilizzare prodotti a base di resine sintetiche senza una precedente specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.
Per i prodotti di comune impiego, si osserveranno le seguenti prescrizioni:

a) Olio di lino cotto - L'olio di lino cotto sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con oli minerali, olio di pesce, ecc.. Non dovrà lasciare alcun deposito nŠ essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. Avrà acidità nella misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15 C presenterà una densità compresa fra 0, 91 e 0, 93.
b) Acquaragia (essenza di trementina) – Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e volatilissima. La sua densità a 15 C sarà di 0, 87.
c) Biacca - La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscela di sorta e priva d i qualsiasi traccia di solfato di bario.
d) Bianco di zinco - Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità; l'umidità non deve superare il 3%.
e) Minio - Sia di piombo (sesquiossido di piombo) che di alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze (solfato di bario, ecc.).
f) Latte di calce - Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere le quantità di nero fumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra.

g) Colori all'acqua, a colla o ad olio - Le terre coloranti destinate alle tinte all'acqua, a colla o ad olio, saranno finemente macinate e prive di sostanze eterogenee e dovranno venire perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli oli, ma non per infusione. Potranno essere richieste in qualunque tonalità esistente.
h) Vernici - Le vernici che si impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelte; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante.
E escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione.
i) Encaustici - Gli encaustici potranno essere all'acqua o all'essenza, secondo le disposizioni della direzione lavori. La cera gialla dovrà risultare perfettamente disciolta, a seconda dell'encaustico adottato, o nell'acqua calda alla quale sarà aggiunto del sale di tartaro, o nell'essenza di trementina.
l) Idropitture - Per idropitture s'intendono non solo le pitture a calce, ma anche i prodotti vernicianti che utilizzano come solvente l'acqua.
L'appaltatore dovrà fare riferimento alle regolamentazioni delle norme UNICHIM e più specificatamente alla 14/1969 (prova di adesività), alla 175/1969 (prova di resistenza agli alcali) e alla 168/1969 (prova di lavabilità).
- Tempere - composte da sospensioni acquose di pigmenti, cariche e leganti a base di colle naturali o sintetiche, dovranno avere buone capacità coprenti, risultare ritinteggiabili e, se richiesto, essere fornite in confezioni sigillate già pronte all'uso.
- Pitture cementizie - composte da cementi bianchi, pigmenti colorati ed additivi chimici in polvere, dovranno essere preparate secondo le modalità consigliate dal produttore in piccoli quantitativi da utilizzare rapidamente prima che intervenga la fase d'indurimento.
Una volta indurite, sarà vietato all'appaltatore di diluire in acqua allo scopo di poterle nuovamente utilizzare.
- Idropitture in emulsione - sono costituite da emulsioni acquose di resine sintetiche, pigmenti e particolari sostanze plastificanti. Se verranno utilizzate su superfici esterne, non solo dovranno possedere una spiccata resistenza all'attacco fisico-chimico operato dagli agenti inquinanti, ma anche produrre una colorazione uniforme.
Il loro impiego su manufatti di particolare valore storico-artistico sarà subordinato all'esplicita approvazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.
m) Pitture ai silicati - Sono costituite da un legante a base di silicato di potassio, di silicato di sodio o da una miscela dei due e da pigmenti esclusivamente inorganici (ossidi di ferro). Il loro processo di essiccazione si svilupperà dapprima attraverso una fase fisica di evaporazione e, successivamente, attraverso una chimica in cui si verificherà un assorbimento d'acqua dall'ambiente circostante che produrrà reazioni all'interno dello strato fra la pittura e l'intonaco del supporto.
Il silicato di potassio da un lato reagirà con l'anidride carbonica e con l'acqua presente nell'atmosfera dando origine a polisilicati complessi e, dall'altro, reagirà con il carbonato dell'intonaco del supporto formando silicati di calcio.
Le pitture ai silicati dovranno assicurare un legame chimico stabile con l'intonaco sottostante che eviti fenomeni di disfacimento in sfoglie del film coprente, permettere la traspirazione del supporto senza produrre variazioni superiori al 5-10%, contenere resine sintetiche in quantità inferiore al 2-4% ed, infine, risultare sufficientemente resistente ai raggi U.V., alle muffe, ai solventi, ai microorganismi ed, in genere, alle sostanze inquinanti.
n) Pitture ad olio ed oleosintetiche - Composte da oli, resine sintetiche, pigmenti e sostanze coloranti, dovranno possedere uno spiccato potere coprente e risultare resistenti all'azione degradante delle piogge acide e dei raggi U.V. (UNICHIM manuale 132)
o) Antiruggine, anticorrosivi e pitture speciali - Le caratteristiche delle pitture speciali si diversificheranno in relazione al tipo di protezione che si dovrà effettuare e alla natura dei supporti su cui applicarle. L'appaltatore dovrà utilizzare la pittura richiesta dalla D.L. che dovrà essergli fornita in confezioni perfettamente sigillate applicandola conformemente alle istruzioni fornite dal produttore. I requisiti saranno quelli stabiliti dalla specifica normativa UNICHIM (manuale 135).
p) Vernici sintetiche - Composte da resine sintetiche (acriliche, oloealchidiche, clorovinilíche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, ecc.) dovranno possedere requisiti di perfetta trasparenza, luminosità e stabilità alla luce, fornire le prestazioni richieste per il tipo di applicazione da eseguire ed, infine, possedere le caratteristiche tecniche e decorative richieste.
Dovranno essere fornite nelle confezioni originali sigillate, di recente preparazione e, una volta applicate, dovranno assicurare ottima adesività, assenza di grumi, resistenza all'abrasione, capacità di mantenersi il più possibile inalterate ed essiccazione omogenea da effettuarsi in assenza di polvere.
q) Smalti - Composti da resine sintetiche o naturali, pigmenti (diossido di titanio), cariche minerali ed ossidi vari prendono nome dai loro leganti (alchidici, fenolici, epossidici, ecc.).
Dovranno possedere spiccato potere coprente, facilità di applicazione, luminosità, resistenza agli urti e risultare privi di macchie.

Materiali diversi

a) Cartefeltro - Questi materiali avranno le caratteristiche richieste dalle norme UNI.
Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con le norme vigenti, tenendo presenti le risultanze accertate in materia da organi competenti ed in particolare dall'UNI.
b) Cartonfeltro bitumato cilindrato - E costituito da cartafeltro impregnato a saturazione di bitume in bagno a temperatura controllata. Questi cartonfeltri debbono risultare asciutti, unitamente impregnati di bitume, presentare superficie piana, senza nodi, tagli, buchi od altre irregolarità ed essere di colore nero opaco.
Per le eventuali prove saranno seguite le norme vigenti e le risultanze accertate da organi competenti in materia come in particolare l'UNI 8202.
c) Cartonfeltro bitumato ricoperto - E costituito di cartafeltro impregnata a saturazione di bitume, successivamente ricoperta su entrambe le facce di un rivestimento di materiali bitumosi con velo di materiale minerale finemente granulato, come scagliette di mica, sabbia finissima, talco, ecc.
La cartafeltro impiegata deve risultare uniformemente impregnata di bitume; lo strato di rivestimento bituminoso deve essere di spessore uniforme ed essere privo di bolle; il velo di protezione deve inoltre rimanere in superficie ed essere facilmente asportabile; le superfici debbono essere piane, lisce, prive di tagli, buchi ed altre irregolarità.
Per eventuali prove saranno seguite le norme vigenti e le risultanze accertate da organi competenti in materia, come in particolare l'UNI.
d) Vetri e cristalli - I vetri e cristalli dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un solo pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, perfettamente trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e di qualsiasi altro difetto. Dovranno corrispondere per tipo alle rispettive norme UNI (vetri greggi 5832, vetri lucidi 6486, cristalli 6487, vetri temperati 7142, vetri stratificati 7172).

Additivi

Gli additivi per calcestruzzi e malte sono sostanze chimiche che, aggiunte in piccole dosi agli impasti, hanno la capacità di modificarne le proprietà.
L’appaltatore dovrà fornirli nei contenitori originali sigillati su cui dovranno essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso ed avrà l'obbligo di miscelarli alle malte, nei rapporti prescritti, in presenza della D.L..
Sono classificati dalla norma UNI 7101 in fluidificanti, areanti, acceleranti, ritardanti, antigelo, ecc..
In relazione al tipo dovranno possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (Fluidificanti 7102, superfluidificanti 8145, agenti espansivi non metallici 8146) e dal D.M. 26.03.1980.
I fluidificanti ed i superfluidificanti se utilizzati come "riduttori d'acqua" dovranno consentire una consistente riduzione del dosaggio d'acqua, mantenendo inalterata la lavorabilità dell'impasto, pari ai seguenti valori:
fluidificanti su malta > 6%
fluidificanti su calcestruzzi > 5%
superfluidificanti su malta > 10%
superfluidificanti su calcestruzzi > 10%

Prodotti per impermeabilizzazioni

a) Manti prefabbricati (bitume/polimero) - Costituiti da bitume, mastici bitumosi e supporti vari in fibre di vetro, di amianto e di altri materiali sintetici (normali o rinforzati) saranno impiegati in teli aventi lo spessore (variabile in base al tipo di applicazione) prescritto dagli elaborati di progetto; essi dovranno possedere i requisiti richiesti dalle norme UNI 4137 (bitumi) e UNI 6825-71 (supporti e metodi di prova). Oltre al bitume, se prescritto, dovranno anche contenere resine sintetiche o elastomeri. I veli in fibre di vetro, anche se ricoperti da uno strato di bitume, dovranno possedere le caratteristiche prescritte dalle norme UNI 5302, 5958, 6262-67, 6484-85, 6536-40, 6718 e 6825. Le proprietà tecnico-morfologiche delle guaine dovranno corrispondere a quelle stabilite dalle norme UNI 8629 parte 1 e UNI 8202.
La protezione della superficie esterna del manto, ove esso dovesse restare in vista, dovrà essere costituita da fogli di rame o di alluminio, scaglie dardesia, graniglia di marmo o di quarzo; questi materiali dovranno essere preparati in base a quanto prescritto dalle norme UNI 3838 (stabilità di forma a caldo, flessibilità, resistenza a trazione, impermeabilità all'acqua, contenuto di sostanze solubili di solfuro di carbonio).

Se il rivestimento di protezione sarà costituito da lamine metalliche dovrà avere uno spessore non inferiore a 8/100 mm., se, invece, sarà di alluminio odi rame il suo spessore non dovrà essere inferiore a 5/100 mm., se, infine, sarà in acciaio inossidabile esso non dovrà essere inferiore ai 18/10 mm.
b) Manti da formare in loco - Possono essere costituiti sia da bitumi in soluzione o emulsionati in acqua con polimeri e fibre minerali o bicomponenti. I monocomponenti potranno essere di tipo acrilico o poliuretanico in soluzione, mentre i bicomponenti saranno, in genere, a base epossidica o poliuretanica. Qualunque base chimica abbia il prodotto che li costituirà, l'appaltatore dovrà fornire quest'ultimo in recipienti sigillati su cui dovranno essere specificate le modalità d'uso, la data di preparazione e quella di scadenza. Il prodotto, che dovrà avere un aspetto liquido e pastoso, dovrà percolare lentamente, essere di facile lavorabilità ed applicazione e, infine, dovrà essere conservato in locali asciutti.
In assenza di specifiche norme UNI relative alle caratteristiche tecnologiche dei manti da formare in sito, l'appaltatore dovrà fare riferimento alle direttive UEAtc - ICITE (CNR).

Sostanze impregnanti - Generalità

L'impregnazione dei materiali che costituiscono l'involucro esterno degli edifici, è una lavorazione tesa a prevenire il degrado operato da un'azione fisica, che agisce mediante un continuo bombardamento di microparticelle presenti nell'atmosfera e spinte dai venti. L'impregnante, in questo caso, dovrà evitare una rapida disgregazione delle superfici; un'azione chimica, che agisce mediante un contatto, occasionale o continuato, con sostanze attive quali piogge acide ed inquinanti atmosferici. In questo caso l'impregnante dovrà fornire alle superfici un'appropriata inerzia chimica.
La scelta della sostanza impregnante dipenderà dalla natura e dalla consistenza delle superfici che potranno presentarsi rivestite con intonaci e coloriture realizzati nel corso dei lavori di restauro; rivestite con intonaci e coloriture preesistenti al restauro; prive di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace; prive di rivestimento con pietra a vista tenera e porosa.
Essendo, quindi, varia sia la natura dei materiali che formano le superfici esterne che il tipo di agenti che innescano il degrado, le sostanze impregnanti dovranno svolgere le seguenti funzioni:
- difesa dall'attacco chimico che si effettuerà mediante la idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche;
- difesa dall'attacco fisico che si otterrà mediante il consolidamento dei supporti al fine di accrescere o fornire quelle capacità meccaniche di resistenza al degrado che non hanno mai posseduto o che, col trascorrere del tempo, si sono indebolite. La scelta delle sostanze impregnanti sarà effettuata in funzione delle risultanze emerse a seguito delle diagnosi e delle indagini preliminari (vedi lo specifico articolo del presente Capitolato) che verranno, in ogni caso, condotte secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NORMAL. In particolare, le caratteristiche richieste in base al loro impiego, saranno le seguenti:
- elevata capacità di penetrazione;
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti;
- comprovata inerzia cromatica;
- soddisfacente compatibilità fisico-chimica con il materiale da impregnare;
- totale reversibilità della reazione d'indurimento.

Impregnanti ad effetto idrofobizzante

I prodotti da usare per l'idrofobizzazione dei materiali edili dovranno possedere le seguenti caratteristiche documentate da prove applicative e da analisi di laboratorio:

- basso peso molecolare ed elevato potere di penetrazione;
- resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici;
- resistenza chimica in ambiente alcalino;
- assenza di effetti collaterali (produzione di sali) ;
- perfetta trasparenza ed inalterabilità del colore;
- traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%.

1) Polimeri organici - Dovranno possedere un'elevata resistenza agli alcali e dai raggi ultravioletti senza che venga diminuita la naturale predisposizione dei materiali edili alla diffusione dei vapori. Dovendosi applicare sotto forma di emulsioni o di soluzioni acquose, avranno, generalmente, una scarsa capacità di penetrazione e potranno causare una sensibile variazione di colore ed un effetto traslucido sulle superfici; il loro utilizzo, quindi, su manufatti di particolare valore storico-artistico sarà

vincolato ad una specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

2) Composti organici del silicio
Siliconati - Particolarmente indicati per trattamenti idrofobizzanti di cemento e materiali a base alcalina, poichè, formano, a causa dell'azione combinata dell'acqua con l'anidride carbonica, sali (organo-sil-sesquiossani), il loro utilizzo sarà condizionato alla specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.
Silani - Gli organo-alcossi-silani sono monomeri capaci di impregnare materiali poco assorbenti quali i calcestruzzi; dovranno essere applicati in concentrazioni elevate (20-40% di sostanza attiva) perché la loro alta tensione di vapore, dopo l'applicazione, potrebbe comportare forti perdite di prodotto.
Organo-silossani- polimeri - Sono indicati per l'impregnazione di pietre molto porose; le soluzioni in commercio hanno una concentrazione di sostanza attiva intorno ai valori del 5-10%. Se vengono impiegati su materiali compatti e poco assorbenti, occorreràabbassarne il peso molecolare al fine di ottenere una maggiore profondità di penetrazione senza eccessive perdite di prodotto.
Organo- silossani-oligopolimeri - Appartengono a questa categoria, i metil-etossi-silossani oligopomeri che si presentano sotto forma di concentrati liquidi privi di solvente. La loro caratteristica più rilevante è l'elevata capacità di penetrazione che è funzione della particolare struttura chimica; infatti, riescono ad infiltrarsi all'interno dei capillari più sottili della pietra grazie ai loro particolari legami incrociati. La capacità di penetrazione dei silossani oligopolimeri dovrà essere migliorata utilizzando, dietro apposita autorizzazione della D.L., solventi, nei quantitativi prescritti dal produttore, che trasportino la sostanza attiva all'interno della struttura da idrofobizzare.

Impregnanti contro la formazione di efflorescenze saline

Gli impregnanti da utilizzare per i trattamenti desalinizzanti o stabilizzanti della salinità, oltre a possedere le caratteristiche di cui all'Art. "Sostanze impregnanti Generalità", dovranno essere in grado di:
- impregnare in profondità anche i supporti umidi;
- inibire le migrazioni saline dall'interno della struttura verso le superfici esterne;
- agire ad ampio spettro su tutti i tipi di formazioni saline;
- lasciare inalterata la permeabilità al vapore del supporto;
- assicurare la possibilità di ripetere più volte il trattamento;
- non generare nei supporti strati con differenti caratteristiche meccaniche.

Avranno, inoltre, le seguenti caratteristiche:
- agente chimico attivo : miscela di derivati del silicio
- peso specifico : < 0, 90 g/cmc +/- 2%;
- residuo secco : > 20% in peso +/- 2%;
- Flash point : > 21 oC.

Impregnanti ad effetto consolidante

L'impregnante ad effetto consolidante da utilizzare nei lavori di restauro, dovrà avere le seguenti caratteristiche:
- elevata capacità di penetrazione nelle zone di pietra carenti di legante;
- resistenza chimica agli agenti inquinanti;
- spiccata capacità di ripristinare i leganti della pietra senza depositare sali superficiali;
- capacità di fare trasparire la pietra in modo da conservare la diffusione del vapore;
- profonda penetrazione che eviti la formazione di pellicole in superficie;
- "pot-life" molto lungo tale da consentire l'indurimento solo ad impregnazione completata;
- perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi;
- capacità di mantenere inalterato il colore della pietra.

1) Resine organiche - Alcune resine organiche, diluite con solventi, possiedono la capacità di diffondersi in profondità all'interno dei materiali. Questa proprietà dipende da diversi fattori:
- dal peso molecolare e dalla viscosità della resina;
- dalla tensione superficiale della soluzione;
- dalla polarità dei solventi;
- dalla velocità d'evaporazione dei solventi. Le resine che polimerizzano dopo l'applicazione (epossidiche e poliuretaniche), oltre ad avere la capacità di diffondersi all'interno della pietra anche senza l'ausilio del solvente, possiedono un basso peso molecolare (250-350) ed una viscosità a 25 C

intorno ai 250 cps. Le resine che induriscono per essiccamento (evaporazione del solvente), poichè possiedono un elevato peso molecolare che determina la loro diffusione poco omogenea all'interno del manufatto, potranno essere utilizzate solo in soluzione con residui secchi molto bassi (10-15%). E evidente che la qualità di legante risulta determinante ai fini della qualità del consolidamento; si dovranno, quindi, preferire sistemi a base di solventi a rapida evaporizzazione che assicurino residui secchi più elevati e tempi di permanenza più brevi all'interno dei materiali.
Su manufatti di particolare valore storica-artistico, l'utilizzo delle resine organiche sarà condizionato alla specifica autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

Resine epossidiche - Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'appaltatore, dietro espresso giudizio della D.L., in quanto pur possedendo ottime capacità leganti ed elevate resistenze meccaniche e chimiche, risultano poco resistenti all'ingiallimento provocato dai raggi U.V.. Potranno essere impiegate per la protezione di edifici industriali, di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti ad una forte aggressione chimica.

Resine poliuretaniche - I poliuretani sono polimeri nelle cui macro-molecole sono presenti dei raggruppamenti uretanici; si ottengono facendo reagire gli isocianati con gli alcoli polivalenti. Dovranno possedere le seguenti proprietà:
- assenza di ingiallimento;
- elevata resistenza agli agenti atmosferici ed ai raggi ultravioletti;
- indurimento regolabili fino a 24 ore dopo l'applicazione;
- reversibilità fino a 36 ore dopo l'applicazione;
- basso peso molecolare;
- residuo secco intorno al 3%;
- viscosità a 25 C intorno a 250 cps.

Resine acril-siliconiche - A base di resine acriliche e siliconiche disciolte in particolari solventi, risultano indicate per interventi di consolidamento di materiali lapidei specie quando si verifica un processo di degrado provocato dall'azione combinata di aggressivi chimici ed agenti atmosferici. Sono particolarmente adatte per il restauro di opere d'arte e di monumenti in pietra calcarea o arenaria. Le resine acril-siliconiche dovranno essere diluite con le apposite sostanze solventi nei quantitativi indicati dal produttore o consigliati dalla D.L.. Dovranno essere completamente reversibili anche dopo l'indurimento, generare nel materiale trattato un aumento del carico di rottura ed una forte resistenza agli sbalzi termici eliminando, nel contempo, i fenomeni di decoesione. Dovranno possedere le seguenti caratteristiche:
- residuo secco: 10% +/- 2%;
- peso specifico: 1, 050 g/l +/- 2%;
- colore gardner: inferiore a 1;
- essiccazione: da 15 a 20øC secco al tatto.

2) Impregnanti a base di sostanze minerali - Sono prodotti adatti al consolidamento di superfici di particolare pregio artistico (fregi, bassorilievi, affreschi, ecc.) in quanto formulati per risultare perfettamente compatibili con le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche delle più diffuse pietre calcaree ed arenarie. Essendo alcuni di recente formulazione, il loro impiego dovrà sempre essere autorizzato dalla D.L. e dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

Silicati di etile - Sono sostanze basso-molecolari che penetrano in profondità nella pietra. Grazie all'azione di un catalizzatore neutro, reagiscono con l'umidità atmosferica e con l'acqua presente all'interno dei pori della pietra, liberando alcool e formando un gel di silice che diventa il nuovo legante dei granuli disgregati; i sotto prodotti della reazione chimica sono inattivi in quanto si volatilizzano rapidamente. I formulati a base di silicato di etile per risultare adatti al consolidamento di edifici monumentali, dovranno possedere le seguenti proprietà:
- basso peso molecolare;
- essiccamento fuori polvere;
- assenza di prodotti dannosi per la pietra;
- legante minerale affine a quello del materiale trattato;
- resistenza agli acidi;
- capacità di fare traspirare i pori della pietra;
- permeabilità al vapore d'acqua.

(riportare qui di seguito le caratteristiche tecniche di altri tipi di impregnanti)

Art. 36 Prodotti per la pulizia dei manufatti lapidei

Generalità - La pulizia delle superfici esterne di un edificio, soprattutto sedi valore storico-artistico, è un'operazione complessa che necessita di un'attenta analisi sulla natura delle croste e dei manufatti lapidei al fine di determinare il processo chimico che innesca il degrado e, quindi, la scelta dei prodotti e delle metodologie più appropriate (raccomandazioni NORMAL). All'appaltatore sarà, quindi, vietato utilizzare qualsiasi tipo di prodotto, anche prescritto, senza la preventiva esecuzione di prove applicative o esplicita autorizzazione della D.L..

Reagenti chimici - La pulizia con reagenti chimici richiederà la massima cautela per la difficoltà di controllo delle sua azione corrosiva. Essa dovrà, infatti essere effettuata esclusivamente dietro specifica autorizzazione della D.L. e solo sulle zone ove le croste si presentano più tenaci. In genere, s'impiegheranno dei formulati in pasta resi tixotropici della carbossilcellulosa che verranno diluiti, per mitigare la loro azione urticante, con i quantitativi d'acqua prescritti dalla D.L..

1) Sostanze alcaline - Composte prevalentemente da alcali caustici, polimeri e agenti reologici, presenteranno, in genere le seguenti proprietà:
- alcalinità 10-20% ;
- PH 13-14;
- PH 1% in acqua 12-13;
- peso specifico 1, 247 g/ml;
- viscosità DIN 20.

2) Neutralizzatori - Composti da acidi e solventi in acqua, saranno, impiegati per interrompere l'azione delle sostanze alcaline. Il loro utilizzo sarà opportunamente vagliato dalla D.L. in quanto, talvolta, su superfici particolarmente reattive potrebbero produrre sali solubili che, penetrando all'interno, danneggerebbero irreversibilmente i materiali. Presenteranno le seguenti caratteristiche:
- acidità 1-10%;
- PH 1% in acqua 2-4;
- peso specifico 1.043 g/ml.

3) Sostanze acide - Costituite da acidi inorganici e tensioattivi, dovranno essere impiegate esclusivamente su materiali di natura non calcarea. Presenteranno le seguenti proprietà:
- PH 0-1;
- PH 1% in acqua 0-2;
- peso specifico 1-1, 35 g/ml;
- viscosità DIN 20.

AB 57 - Si tratta di un formulato messo a punto dai Tecnici dell'Istituto Centrale del Restauro di Roma. E' composto da:
- acqua cc. 1000;
- bicarbonato d'ammonio g. 30;
- bicarbonato di sodio g. 50;
- E.D.T.A (sale bisodico) g. 25;
- desogen (sale d'ammonio quaternario) cc. 10 (tensioattivi, fungicida) ;
- carbossimetilcellulosa g. 60.

Dovrà avere PH intorno a 7-5. Alla miscela potranno essere aggiunte ammoniaca o trietanolammina allo scopo di facilitare la dissoluzione di componenti "grassi" presenti nella crosta. Attualmente da tale formulato è stato escluso il bicarbonato di Sodio e la quantità di E.D.T.A. è stata ulteriormente ridotta. Potrà essere, anche aggiunto un sapone liquido di tipo neutro o leggermente alcalino (5-10 cc. litro) al fine di favorire una migliore bagnabilità ed asportazione delle croste grasse prodotte dagli idrocarburi alifatici.

Detergenti - Sono tensioattivi organici costituiti da catene di atomi di carbonio alle quali sono attaccati uno o più dell'acqua in modo da aumentare il potere ammorbidente. L'uso dei detergenti dovrà essere opportunamente vagliato dalla D.L.; infatti, i tensioattivi oltre a sciogliere il gesso ed il carbonato di calcio (che sono i leganti più comuni delle croste), agiscono anche sulle pietre corrodendole e formando sali solubili.

Argille assorbenti - Potranno essere impiegate due tipi di argille: la sepiolite e l'attapulgite. Sono fillosilicati idrati di magnesio capaci d'impregnarsi di oli e grassi senza operare azioni aggressive sulla superficie delle pietre deteriorate. La granulometria dei due tipi d'argilla dovrà essere di almeno 100-200 Mesh. Dovranno essere fornite nei contenitori originali sigillati e saranno preparate diluendole esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere una consistenza pastosa che consenta la loro collocazione in spessori di circa 2-3 cm.

Impacchi biologici - Gli impasti, a base di sepiolite o attapulgite, avranno la seguente composizione:
- 1 lt di acqua;
- 50 di aurea;
- 20 cc. di glicerina.
Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno 2 cm.

Resine scambiatrici di ioni – Le resine cationiche devono essere in forma RH^+., le resine anioniche in forma $ROH^=$ o $HCO^=_3$. Qualsiasi altra forma può produrre risultati dannosi in quanto permetterebbe l'introduzione nel materiale lapideo di ioni capaci di formare sali solubili. Sono adatti al trattamento di superfici scolpite soltanto prodotti di grado analitico e di granulometria < 100
mesh, perché consentono di ottenere impasti omogenei e con buone capacità di adesione alla superficie da trattare

Art. 37 Materiali per impianti elettrici

I materiali da impiegare per gli impianti elettrici dovranno essere adatti all'ambiente in cui saranno installati ed, in particolare, dovranno essere in grado di resistere alle azioni meccaniche o termiche alle quali potrebbero essere esposti durante l'esercizio.
In tal senso dovranno essere rispondenti alle specifiche norme CEI ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL.
Inoltre, ove previsto, sia i materiali che gli apparecchi elettrici dovranno essere muniti del marchio di qualità o del contrassegno CEI.
In impianti esterni agli edifici o all'interno per tensioni superiori a 220 V, non sarà ammesso l'utilizzo di isolanti quali legno, marmo, ardesia, materiali fibrosi e simili.

Conduttori - I conduttori da impiegare nell'esecuzione di impianti elettrici dovranno avere il tipo ed il grado di isolamento previsto dalle norme CEI; in particolare per ambienti normali e per tensioni non superiori a 220 V, il grado di isolamento non dovrà essere inferiore al valore 2.
Per l'isolamento dei cavi saranno ammesse solo gomme vulcanizzabili quali: policloroprene, polimeri di isobutilene, isoprene, ecc.; non saranno ammessi materiali che si alterano alle massime temperature.
I conduttori, costituiti esclusivamente da rame elettrolitico o da alluminio di prima fusione, avranno una sezione calcolata in relazione al carico ed alla lunghezza del circuito in modo che la caduta di tensione rimanga nei limiti prescritti dal fascicolo 316 delle norme CEI; i valori delle portate dei singoli conduttori saranno quelli contenuti nelle tabelle UNEL. I conduttori, infine, dovranno essere contraddistinti, in funzione del loro utilizzo, dalle seguenti tinte:
- conduttori di protezione: giallo-verde (bicolori) ;
- conduttori neutri: blu chiaro;
- conduttori di fase: nero, marrone o grigio.
La sezione dei conduttori neutri non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase; la sezione dei conduttori di terra dovrà essere uguale alla sezione dei conduttori di fase quando questi hanno una sezione fino a 16 mm; metà della sezione di fase (con un valore minimo di mm 16) ove i conduttori di fase abbiano sezioni superiori ai 16 mm.

Tubi protettivi e loro accessori - I tubi protettivi, al cui interno passeranno i fasci dei conduttori, siano essi di acciaio smaltato o in materiali termoplastici sia rigidi o flessibili che leggeri o pesanti, dovranno avere le caratteristiche richieste dalle norme CEI 23/7 - 23/8 - 23/14 - 23/17 e dalle rispettive tabelle UNEL. Il diametro interno dei tubi protettivi non dovranno essere inferiore a mm. 10, mentre quello interno dovrà permettere un agevole sfilamento dei cavi ed essere pari almeno ad 1, 3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuto; per i tubi protettivi in guaina metallica il valore minimo sarà pari a 1, 5 volte il diametro del fascio dei cavi.

Apparecchiature di comando ed accessori - Le prese, gli interruttori ed, in genere, tutte le apparecchiature di comando dovranno essere proporzionate ai carichi di esercizio ed adatte allo specifico utilizzo ed ai locali in cui verranno installate. Esse dovranno essere costituite da idonei materiali isolanti capaci di disperdere il calore in modo da evitare surriscaldamento o deformazioni. Gli interruttori, i deviatori, i pulsanti i commutatori, ecc. siano essi ad incasso o esterni, dovranno essere del tipo previsto dalle norme CEI 23/3 - 5 -9 -16. Le morsettiere, siano esse in materiale ceramico o termoplastico, dovranno avere morsetti distinti per i conduttori neutri, per quelli di fase e per quelli di terra.
Le cassette ad incasso o esterne dovranno assicurare l'agevole dispersione del calore, il saldo aggancio ai muri con idonei sistemi di fissaggio e la loro semplice apertura e facile ispezione; i

coperchi delle cassette dovranno essere fissati facilmente ed assicurare, se necessario, anche una chiusura stagna.
Le scatole di contenimento di prese, interruttori e comandi dovranno essere costituite da materiale isolante molte resistente ed essere predisposte per un saldo fissaggio alle murature mediante viti o sistemi similari.
Le valvole fusibili, del tipo magneto-metrico con capacità minima di rottura pari a 1.550 A, dovranno rapportare al carico dell'impianto ed essere contenute, in posizione ben visibile e facilmente ispezionabile, in apposite cartucce isolate.

Materiali vari - Qualsiasi materiale da usare per il completamento degli impianti elettrici dovrà essere di ottima qualità e rispondere alle specifiche norme che regolano il suo utilizzo e la sua costruzione.
Le suonerie ed i loro trasformatori dovranno essere contenuti in apposite cassette, esterne o ad incasso, complete di coperchi; esse avranno entrate proporzionate alle tensioni di esercizio ed uscite conformi alla tensone del dispositivo acustico.
I quadretti per gli interruttori automatici saranno costituiti, salvo diverse disposizioni della D.L., da due interruttori differenziali con valvole magneto-termiche (15-30 mA), dei due, uno sarà utilizzato per il circuito d'illuminazione e l'altro per l'alimentazione di apparecchiature elettriche.
I quadri di alimentazione saranno provvisti di apposite apparecchiature di misura: amperometri, voltimetri elettromagnetici, interruttori magneto-termici differenziali (bipolari: 30 mA; tripolari 500 mA), ecc.; i quadretti saranno muniti di targhette con l'indicazione esatta del servizio comandato. I portalampade saranno di tipo rispondente alle norme CEI 23/10 - 15; gli apparecchi elettrotermici e gli scalda acqua alle norme CEI 107.
Le apparecchiature per l'illuminazione esterna saranno di tipo perfettamente stagno e dotate di ogni accessorio atto all'attacco delle lampade, dei reattori, dei morsetti e degli alimentatori; le loro eventuali parti metalliche dovranno essere preverniciate a forno e trattate con validi procedimenti anti-ruggine.
(riportare qui di seguito le caratteristiche richieste a particolari materiali elettrici).

Art. 38 Scavi e demolizioni

Demolizioni e rimozioni

Le demolizioni relative ad opere di sottofondazione o all'eliminazione di stati critici di crollo o alla rimozione di materiale pregiato da ricollocare "in situ", dovranno essere effettuate con ogni cautela al fine di tutelare i manufatti di notevole valore storico. L’appaltatore dovrà prevedere, altresì al preventivo rilevamento e posizionamento di quei segnali necessari alla fedele ricollocazione dei manufatti. La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati ed idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate alla caduta di materiali.
Le strutture eventualmente pericolanti dovranno essere puntellate; tutti i vani di balconi, finestre, scale, ballatoi, ecc., dopo la demolizione di infissi e parapetti, dovranno essere sbarrati. Particolare attenzione si dovrà porre in modo da evitare che si creino zone di instabilità strutturale.
I materiali demoliti dovranno essere immediatamente allontanati, guidati mediante apposite canalizzazioni o trasporti in basso con idonee apparecchiature dopo essere stati bagnati onde evitare il sollevamento di polvere. Risulterà in ogni caso assolutamente vietato il getto dall'alto di qualsiasi materiale. Tutti gli sfabricidi provenienti dalle demolizioni, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'Amministrazione Appaltante.
Competerà, quindi, all’appaltatore l'onere della loro selezione, pulizia, trasporto e immagazzinamento nei depositi dell'Amministrazione o dell'accatastamento, nelle aree stabilite dalla D.L., dei materiali riutilizzabili e del trasporto a discarica di quelli di scarto.
Dovranno essere, altresì osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.P.R. 7 gennaio 1956, n.164 (norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni) e nel D.M. 02.09.1968. Sarà tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire.

Art. 39 Ponteggi e Impalcature

Opere provvisionali

Generalità - Tutti i ponteggi, le sbadacchiature, le tamponature, le murature di rinforzo, i puntelli a sostegno ed a ritegno e le altre opere necessarie alla conservazione, anche provvisoria, del manufatto ed alla sicurezza ed incolumità degli addetti ai lavori, saranno eseguiti nel rispetto delle norme di sicurezza della buona tecnica costruttiva ed ubicati secondo quanto richiesto dalla D.L..

NORMATIVA DI RIFERIMENTO
Il ponteggio sarà installato in riferimento e nelle modalità dettate dalle seguenti disposizioni dil legge:
DPR 7 gennaio1956, n.164, in particolare gli artt. 7, 30, 37, per la prevenzione degli infortuni nelle costruzioni;
DPR 27 aprile 1955,n.547, in particolare l’art.347, per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
DM 2 settembre 1968 del ,riguardante misure tecniche di sicurezza per i ponteggi metallici fissi;
DPR 24 maggio 1988, n.224, riguardante la responsabilità per danno da prodotto difettoso;
DM del Ministero del lavoro e della Previdenza Sociale, 23 marzo 1990, n.115, riguardante ponteggi con interassi fra i montanti superiori a ml.1,80;
DPR del Ministero del lavoro e della Previdenza Sociale 22 maggio 1992, n.446, sulle cinture di sicurezza per i ponteggi;
D. Lgs. 17 marzo 1995, n.115 , in particolare gli artt.1, 2, 3, relativo alla sicurezza generale dei prodotti;
D. Lgs. N.626/1994, in particolare gli artt. 6, 35, 36, per il miglioramento della sicurezza dei lavoratori;
D. Lgs. N. 359/1999 , in particolare gli art.. 2, 7, sull’uso delle attrezzature di lavoro.

Dovranno inoltre essere rispettate le disposizioni contenute nelle seguenti circolari, che regolano gli aspetti costruttivi e di uso dei ponteggi metallici fissi:

Circolare e della Previdenza Sociale, 9 novembre 1978,n.85
Circolare del Ministerodel Lavoro e della Previdenza Sociale, 9 novembre 1978,n.85
Circolare del Ministerodel Lavoro e della Previdenza Sociale, 9 novembre 1978,n.85
Circolare del Ministerodel Lavoro e della Previdenza Sociale, 9 novembre 1978,n.85

Lettera circolare del del Ministerodel Lavoro e della Previdenza Sociale, 22 maggio 1982, prot. N.22268/PR-7;
Lettera circolare del del Ministerodel Lavoro e della Previdenza Sociale, 9 febbraio 1995, prot. N.20298/OM-4;
Lettera circolare del del Ministerodel Lavoro e della Previdenza Sociale, 21 gennaio 1999, prot. N.22787/OM-4;
Circolare del Ministerodel Lavoro 11 luglio 2000, n.46.

Per i lavori da eseguire ad un'altezza superiore ai 2 metri dovranno essere adottate adeguate impalcature, ponteggi ed altre opere provvisionali atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone o di cose secondo quanto disposto dal D.P.R. 7 gennaio 1956 n. 164 e dal D.L. 14 agosto 1996, n.494.
L'appaltatore avrà l'obbligo di affidare ad un responsabile di cantiere la sorveglianza dei lavori di montaggio e smontaggio ed il periodico controllo delle strutture dei ponteggi. A intervalli periodici o dopo violente perturbazioni atmosferiche il ponteggio va revisionato sotto il diretto controllo del responsabile di cantiere (art. 37 D:P:R: 164/1956).
Per i ponteggi superiori a 20 metri, o di notevole complessità o fuori dagli schemi-tipo, discende l'obbligo esecuzione di una specifica verifica di calcolo e del disegno esecutivo del ponteggio, redatti e firmati da un ingegnere o da un architetto abilitato all'esercizio della professione (art. 32 D.P.R. 164/1956). Una copia completa di tale documentazione dovrà essere tenuta in cantiere. Il calcolo dei ponteggi va redatto attenendosi alle istruzioni approvate nella autorizzazione ministeriale. Poiché nella valutazione delle ipotesi di carico la considerazione circa il sovraccarico di neve e vento si basa su schemi esemplificativi, anche nel caso di ponteggi inferiori a 20 metri è necessario effettuare un apposito calcolo qualora per l'esposizione e l'altitudine della località debbano ricorrere condizioni particolarmente severe di vento e di neve (circ. gennaio 1969).
E' consentito montare sul ponteggio tabelloni, graticciati, teloni, reti o altre schermature, solo a condizione che siano prese le necessarie cautele costruttive (aumento degli ancoraggi, diagonali), sulla base di un calcolo firmato, in relazione all'azione del vento presumibile per la zona dove il ponteggio è installato (circ. 149/85 e norme CNR-UNI 10012/67 p.3-4).

Per minimizzare il rischio di incendi i ponteggi dovranno essere di norma metallici in ogni loro elemento, salvo casi particolari esplicitamente ammessi e preventivamente autorizzati dalla D.L..Tutti gli elementi metallici dovranno essere zincati a caldo e opportunamente trattati, in via preliminare, e manutentati, nella fase di esercizio, per evitare il rilascio nel tempo di ossidi di ferro o di altri metalli, con il rischio di produzione di macchie sul paramento lapideo in pietra d'Istria e sui pavimenti, in marmi del Cattaro nel sottoportico e in masegni di trachite euganea in piazza San Marco. Sopra i ponti di servizio e sulle impalcature sarà vietato il deposito di qualsiasi attrezzo o materiale, in particolar modo di quello infiammabile, con la sola eccezione di quelli di pronto utilizzo.

I ponteggi saranno di tipo tubo-giunto "Innocenti" o del tipo multidirezionale e dovranno comunque rispettare lo schema riportato negli Elaborati grafici, intitolato *Schema di ponteggio.* Secondo questo schema sono previsti due ponteggi. Il primo ponteggio sarà aderente alla facciata principale e dotato di sbalzi interni su mensole per consentire l'avvicinamento a tutte le superfici lapidee oggetto dell'intervento e sarà dotato di una scala ad una rampa a ridosso. Il secondo ponteggio servirà per l'avvicinamento alle superfici lapidee della controfacciata e verrà completato in una fase successiva, disposta dalla D.L., orientativamente quando l'intervento in facciata, a partire dal canale di gronda, sarà giunto all'intradosso degli archi del primo ordine dorico. Le lavorazioni su tale intradosso saranno eseguite collegando i due ponteggi con ponti in lamiera zincata, posti ad una altezza appena aldisotto della quota di imposta dei capitelli dei pilastri dell'ordine minore dorico, a circa tre metri dal pavimento del sottoportico.

I montanti dei due ponteggi dovranno essere collocati in coppia davanti alle semicolonne della facciata principale e davanti alla corrispondenti lesene della controfacciata, con la massima distanza possibile tra queste coppie di montanti, in senso longitudinale, secondo le indicazioni delle D.L., in modo da consentire al piano terra il libero transito del pubblico, per tutta la durata dei lavori sulla facciata principale. Per consentire questo passaggio del pubblico in sicurezza, dovranno essere adottate tutte le misure e cautele adeguate, come ad esempio una mantovana aggettante, come prevede l'art. 5 del DPR 164/1956, e l'approntamento, in ciascuna delle arcate transitabili del primo ordine dorico, di un tunnel di rivestimento costituito da pannelli in lamiera zincata opportunamente ancorati alla struttura del ponteggio e protetti in modo idoneo con opportuni teli di nylon in modo da costituire una chiusura stagna in grado intercettare e allontanare tutte le acque di lavaggio provenienti dall'alto. A circa ml. 4,00 dovranno essere installate travi reticolari longitudinali a scopo di irrigidimento e per permettere la ripartenza del ponteggio nella parte soprastante della facciata in maniera relativamente indipendente dai sottostanti vincoli di posizionamento delle coppie di montanti alla base del ponteggio. Il ponteggio

sarà dotato di sbalzi interni su mensole di varia profondità, per consentire l'avvicinamento alle diverse zone della facciata e l'esecuzione delle lavorazioni, nel pieno rispetto di tutte le norme di legge in merito. Per le mensole metalliche dovranno essere adoperati tutti i dispositivi che garantiscono la piena resistenza, come previsto dall'art. 26 del DPR 164/1956.

Verrà inoltre installata la rete di protezione in PVC fissata con appositi fermagli, l'impianto antifurto e antintrusione, l'impianto di segnalazione incendi, i cartelli che segnalano la presenza di allarme sul ponteggio. Dovrà essere evitato l'utilizzo di elementi metallici per il fissaggio del telo in PVC in quanto possono causare la formazione di ruggine e danneggiare gli elementi lapidei di facciata e le pavimentazioni della Piazza e del portico.
Alla base del ponteggio, a circondare i montanti e i pilastri della fabbrica ai lati dei tunnel e a circondare l'unica campata completamente isolata dal pubblico transito, verrà realizzata, per una altezza fino a circa ml. 3,50, una recinzione in pannelli in lamiera zincata con rete metallica, zincata e opportunamente ancorata, allo scopo di permettere una rapida ispezione visiva, come disposto dalla Questura di Venezia come misura antiterrorismo.

La scelta del numero, del tipo e della localizzazione dei dispositivi di ancoraggio del ponteggio dovrà essere compatibile con il valore storico artistico della facciata e con le future esigenze di manutenzione. Ai tasselli dovranno quindi essere sempre preferiti i dispositivi di ancoraggio a contrasto e, in ogni caso, qualunque dispositivo dovrà essere espressamente e preventivamente approvato dalla D.L..

L'appaltatore impiegherà strutture metalliche munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che avrà l'obbligo di tenere in cantiere.
Le strutture saranno realizzate secondo i disegni, i calcoli e le disposizioni previste dall'Art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n.164;
Le aste del ponteggio dovranno essere costituite da profilati o da tubi **privi di saldature** e con superficie terminale ad angolo retto con l'asse dell'asta;
L'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base metallica, a superficie piana, di area non minore a 18 volte l'area del poligono circoscritto alla sezione del montante stesso e di spessore tale da resistere senza deformazioni al carico. La piastra dovrà avere un dispositivo di collegamento col montante atto a centrare il carico su di essa e tale da non produrre movimenti caratteristiche di resistenza adeguata a quelle delle aste collegate e dovranno assicurare una notevole resistenza allo scorrimento;
I montanti di una stessa fila dovranno essere posti ad una distanza non superiore a ml. 1, 80 da asse ad asse e nei casi in cui l'interasse supera il ml. I,80, ci si atterrà in particolare alle disposizioni del D. M. del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale 115 del 23 marzo1990.
Per ogni piano di ponte dovranno essere utilizzati due correnti di cui uno può far parte del parapetto, gli intavolati da utilizzare per i piani di ponte, impalcati, passerelle ed andatoie dovranno essere costituiti da elementi prefabbricati flettenti sul montante;
I ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, ogni controvento dovrà essere atto a resistere sia agli sforzi di trazione che di compressione;
I giunti metallici dovranno avere costituiti da materiali metalllici.

Parapetti – Viene definito "normale" un parapetto che:
abbia una altezza utile di almeno m.1;
sia costituito da almeno tre correnti, di cui quello intermedio sia posto a circa metà distanza fra quello superiore e inferiore;
sia costruito e fissato in modo tale da poter resistere, nell'insieme e in ogni sua parte, tenuto conto delle condizioni ambientali e della sua specifica funzione (art. 26 D.P.R. 547).
I parapetti dovranno essere del tipo "normale con arresto al piede", vale a dire dovranno essere dotati di fascia continua poggiante sul piano di calpestio ed alta almeno cm.20, con lo scopo di impedire la caduta di oggetti nel piano sottostante nonché di evitare le conseguenze derivanti dall'eventuale slittamento del piede delle persone che transitano nel tratto delimitato dal parapetto. Tra il passamano del parapetto e la tavola fermapiede non deve rimanere mai uno spazio vuoto in senso verticale superiore a cm.60. I correnti e la tavola fermapiede devono essere sempre applicati dalla parte interne dei montanti o degli appoggi, sia quando fanno parte dell'impalcato di un ponteggio che in qualunque altro caso (art. 24 D.P.R. 164/1956).

Ponti a sbalzo - Nei casi in cui particolari esigenze non permettano l'impiego di un normale ponteggio con montanti poggiati al suolo, l'appaltatore potrà ricorrere all'uso dei cosiddetti ponti a sbalzo solo a condizione che la loro costruzione risponda a rigorosi criteri tecnici, garantendone la solidità, la stabilità e la sicurezza (art. 25 D.P.R. /1956). Tali ponti dovranno avere :

un parapetto pieno;
una larghezza non maggiore di m. 1.20;
traversi di sostegno efficacemente ancorati a parti sicure e stabili, poggianti su strutture resistenti e rigidamente collegati fra loro per impedire qualsiasi spostamento. Per minimizzare il rischio di incendi gli elementi costituenti tali ponti dovranno essere metallici. Per realizzare questo tipo di ponteggio a sbalzo l'appaltatore dovrà elaborare una specifica relazione di calcolo. Dovrà inoltre impedire il transito o lo stazionamento sotto i ponti a sbalzo oppure dovrà proteggerlo con l'adozione di misure o cautele adeguate come, ad esempio, una robusta mantovana aggettante verso l'esterno all'altezza del solaio di copertura del piano terreno.

Ponti su cavalletti – possono essere usati esclusivamente per lavori da eseguire al suolo o all'interno degli edifici, soprattutto per opere di muratura, intonacatura e simili. Se di altezza inferiore a m. 2 è consentito adoperarli senza parapetto. Per altezza si deve intendere quella di possibile caduta e non semplicemente quella del cavalletto. L'appaltatore, quindi, sarà tenuto a montare il parapetto anche nei ponti su cavalletti di altezza inferiore a ml. 2 installati però in prossimità di un dislivello che renda l'altezza della possibile caduta superiore a ml. 2. E' tassativamente proibito:
installare ponti su cavalletti sugli impalcati del ponteggio;
realizzare un ponte con più ponti su cavalletti sovrapposti;
fare sostenere il peso delle tavole che compongono il piano di lavoro da appoggi di fortuna quali pile di mattoni, sacchi di materiale, scale a pioli.
L'appoggio dei cavalletti deve essere sempre garantito da un pavimento o piano solido, compatto e livellato. Per conferire maggiore stabilità all'insieme i piedi dei cavalletti, devono essere irrigiditi con tiranti e diagonali e con quanto altro è necessario. Per livellare gli appoggi si deve ricorrere a spessori in legno, opportunamente trattato per renderlo ignifugo, e non a mattoni o a blocchi di cemento. La massima distanza consentita fra due cavalletti usando tavole da m. 4 di sezione cm. 30 x cm. 5 è di m. 3,60. Per maggiore sicurezza l'appaltatore dovrà utilizzare comunque un terzo elemento di sostegno centrale, peraltro obbligatorio ove si utilizzino tavole con sezioni inferiori a cm. 30 x cm. 5.

MODALITA' DI PROVA E DI COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare la rispondenza dei ponteggi alle vigenti normative, controllando le certificazioni, ove richieste, e i calcoli, verificherà infine le quote dei piani di posa rispetto ai piani previsti in progetto e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti. Per quanto concerne lo stato d'uso dei ponteggi, al fine di rilevare anomalie in grado di influire sulla stabilità complessiva del sistema o compromettere la sicurezza dei lavoratori, si farà riferimento alla circolare del Ministero del Lavoro n. 46/2000 dell'11 luglio 2000 *Verifiche di sicurezza dei ponteggi metallici fissi*, di cui all'art. 30 del D.P.R. 164 del 7 gennaio 1956. Nella circolare i controlli da eseguire vengono schematizzati in tabelle che riportano l'indicazione degli elementi da controllare, il tipo di verifica, le modalità di verifica, visiva e/o funzionale, e infine i provvedimenti necessari a risolvere eventuali problemi riscontrati. Le tabelle della circolare si riferiscono a "singoli elementi", a "ponteggi con traversi e montanti prefabbricati" e a "ponteggi metallici a tubi e giunti"; la parte finale della circolare fornisce brevi ma chiare indicazioni sulle verifiche da effettuare durante l'uso di ponteggi metallici fissi.

Art. 40 Malte e conglomerati

Generalità - Le malte, per quanto possibile, devono essere confezionate con materiali analoghi a quelli utilizzati durante la costruzione dell'edificio oggetto del restauro. In ogni modo, la composizione delle malte, l'uso specifico di ognuna di esse nelle varie fasi dei lavori, l'eventuale integrazione con additivi, resine o con altri prodotti di sintesi chimica, ecc., saranno specificati dalla D.L. dietro autorizzazione degli organi preposti alla tutela dell'edificio in oggetto.
Nella preparazione delle malte si dovranno usare sabbie di granulometria e natura chimica appropriata. Saranno, in ogni caso, preferite le sabbie di tipo siliceo o calcareo, mentre andranno escluse quelle provenienti da rocce friabili o gessose; non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, terrose, limacciose e polverose. L'impasto delle malte, effettuato con appositi mezzi meccanici o, manualmente, dovrà risultare omogeneo e di tinta uniforme. I vari componenti, con l'esclusione di quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati preferibilmente sia a peso che a volume.
La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipeda, riesca semplice e di sicura esattezza.
Gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro. I residui d'impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che, il giorno stesso della loro miscelazione, potranno essere riutilizzati.

I componenti di tutti i tipi di malte dovranno essere mescolati a secco.
Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel decreto ministeriale 3 giugno 1968. I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume nel seguente modo (D.M. 9 gennaio 1987):

MALTA IDRAULICA (classe M4) - Composizione: calce idraul. (1); sabbia (3).
MALTA POZZOLANICA (classe M4) - Composizione: calce aerea (1); pozzolana (1).
MALTA BASTARDA (classe M4) - Composizione: cemento (1); calce idraul. (1); sabbia (5).
MALTA BASTARDA (classe M3) - Composizione: cemento (1); calce idraul. (1); sabbia (5); pozzolana (1).
Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionata anche con addittivi, preventivamente sperimentata, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media e compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

12 N/mmq. ((120 Hgf/cm.q.)) per l'equivalenza alla malta M1
8 N/mmq. ((80 Hgf/cm.q.)) per l'equivalenza alla malta M2
5 N/mmq. ((50 Hgf/cm.q.)) per l'equivalenza alla malta M3
2, 5 N/mmq. ((25 Hgf/cm.q.)) per l'equivalenza alla malta M4

Ove l'approvigionamento delle malte dovesse essere effettuato ricorrendo a prodotti confezionati in sacchi o in fusti, questi oltre ad essere perfettamente sigillati dovranno avere la chiara indicazione relativa al produttore, al peso, alla classe di appartenenza, allo stabilimento di produzione, alla quantità d'acqua occorrente per il confezionamento, alle modalità di confezionamento e alle resistenze minime dopo i 28 giorni di stagionatura.

Malte e conglomerati

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla direzione dei lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere le seguenti proporzioni:
a) Malta comune:
Calce spenta in pasta mc. 0, 26 - 0, 40
sabbia mc. 0, 85 - 1, 00
b) Malta comune per intonaco rustico (rinzaffo):
Calce spenta in pasta mc. 0, 20 - 0, 40
sabbia mc. 0, 90 - 1, 00
c) Malta comune per intonaco civile (stabilitura):
Calce spenta in pasta mc. 0, 35 - 0, 45
sabbia vagliata mc. 0, 800
d) Malta grassa di pozzolana:
Calce spenta in pasta mc. 0, 22
pozzolana grezza mc. 1, 10
e) Malta mezzana di pozzolana:
Calce spenta in pasta mc. 0, 25
pozzolana vagliata mc. 1, 10
f) Malta fina di pozzolana:
Calce spenta in pasta mc. 0, 28
pozzolana vagliata mc. 1, 05
g) Malta idraulica:
Calce idraulica q.li 3-5
Sabbia mc. 0, 90
h) Malta bastarda:
Malta di cui alle lettere a), e), g) mc. 1, 00
Agglomerato cementizio a lenta presa q.li 1, 50
n) Malta fina per intonaci:
Malta di cui alle lettere c), f), g)
vagliata allo staccio fino
o) Malta per stucchi:
Calce spenta in pasta mc. 0, 45
Polvere di marmo mc. 0, 90
p) Calcestruzzo idraulico di pozzolana:
Calce comune mc. 0, 15

Pozzolana mc. 0, 40
Pietrisco o ghiaia mc. 0, 80
Quando la direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla direzione, che l'appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.
La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e ben unita.
L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.
I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.
Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegandola minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avvilippato di malta per tutta la superficie.
Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati per• nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

Malte additive

Per tali s'intendono quelle malte alle quali vengono aggiunti, in piccole quantità, degli agenti chimici che hanno la proprietà di migliorare le caratteristiche meccaniche.

Malte additive non agenti antiritiro e riduttori d'acqua - Trattasi di malte additivate con agenti chimici capaci di ridurre il quantitativo d'acqua normalmente occorrente per il confezionamento di un impasto facilmente lavorabile, la cui minore disidratazione ed il conseguente ritiro, permettono di evitare le pericolose screpolature che, spesso, favoriscono l'assorbimento degli agenti inquinanti. I riduttori d'acqua che generalmente sono dei polimeri in dispersione acquosa composti da finissime particelle altamente stabili agli alcali modificate mediante l'azione di specifiche sostanze stabilizzatrici (sostanze tensioattive e regolatori di presa). Il tipo e la quantità dei riduttori saranno stabiliti dalla D.L.. In ogni caso essi dovranno assicurare le seguenti caratteristiche:
- basso rapporto acqua cemento;
- proprietà meccaniche conformi alla specifica applicazione;
- elevata flessibilità e plasticità della malta;
- basse tensioni di ritiro;
- ottima resistenza all'usura;
- elevata lavorabilità;
- ottima adesione ai supporti;
- elevata resistenza agli agenti inquinanti.

La quantità di additivo da aggiungere agli impasti sarà calcolata considerando ove occorre anche l'umidità degli inerti (è buona norma, infatti, separare gli inerti in base alla granulometria e lavarli per eliminare sali o altre sostanze inquinanti).
La quantità ottimale che varierà in relazione al particolare tipo d'applicazione potrà oscillare, in genere, dal 5 ai 10% in peso sul quantitativo di cemento. Per il confezionamento di miscele cemento/additivo o cemento/inerti/additivo si dovrà eseguire un lavoro d'impasto opportunamente prolungato facendo ricorso, preferibilmente, a mezzi meccanici come betoniere e mescolatori elicoidali per trapano. Una volta pronta, la malta verrà immediatamente utilizzata e sarà vietato rinvenirla con altra acqua al fine di riutilizzarla in tempi successivi.
L'appaltatore sarà obbligato a provvedere alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo in un recipiente che sarà tenuto a disposizione della D.L. per eventuali controlli e campionature di prodotto.
La superficie su sui la malta sarà applicata dovrà presentarsi solida, priva di polveri e residui grassi.
Se richiesto dalla D.L. l'appaltatore dovrà utilizzare come imprimitore un'identica miscela di acqua, additivo e cemento molto più fluida.

Le malte modificate con riduttori di acqua poich, induriscono lentamente dovranno essere protette da una rapida disidratazione (stagionatura umida).

Malte espansive - Si tratta di malte in cui l'additivo provoca un aumento di volume dell'impasto. Questi prodotti dovranno essere utilizzati in tutte quelle lavorazioni che prevedono collaggi o iniezioni di malte fluide: sottofondazioni e sottomurazioni, volte e cupole, coperture, rifacimenti di strutture e consolidamenti. La malta dovrà essere preparata mescolando in betoniera una miscela secca di legante, inerte ed agenti espansivi in polvere nella quantità media, salvo diverse prescrizioni della D.L., di circa 10-40 Kg/mc. di malta; solo successivamente si potrà aggiungere il quantitativo misurato d'acqua. Nei casi in cui l'agente espansivo dovesse essere il tipo liquido, esso sarà aggiunto alla miscela secca inerti/legante solo dopo una prolungata miscelazione in acqua. L’appaltatore sarà tenuto a provvedere alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo dentro un recipiente tenuto a disposizione della D.L. per eventuali controlli e campionature di prodotto. Sebbene gli agenti espansivi siano compatibili con un gran numero di additivi, tuttavia sarà sempre opportuno:
- mescolare gli additivi di una sola ditta produttrice;
- ricorrere alla consulenza tecnica del produttore;
- richiedere l'autorizzazione della D.L.
La stagionatura delle miscele espansive si otterrà mantenendo le malte in ambiente umido.

Malte confezionate con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche - Dietro specifica prescrizione progettuale o su richiesta della D.L. potrà essere richiesto l'utilizzo di particolari riempitivi che hanno la funzione di plasmare e modificare le caratteristiche degli impasti mediante la tessitura all'interno delle malte indurite di una maglia tridimensionale.
Si tratta di fibre in metallo o in polipropilene a forma di treccia a struttura reticolare che, durante la miscelazione degli impasti, si aprono distribuendosi uniformemente.
Le fibre dovranno essere costituite da materiali particolarmente tenaci caratterizzati da una resistenza a trazione di circa 400 N/mmq, da un allungamento a rottura intorno al 13% e da un modulo d'elasticità di circa 500.000 N/cmq. Le fibre formeranno all'interno delle malte uno scheletro a distribuzione omogenea che ripartirà e ridurrà le tensioni dovute al ritiro. Se impiegate per il confezionamento di calcestruzzi, le proprietà delle fibre in polipropilene dovranno essere le seguenti: inerzia chimica che le rende adatte (in quanto non reagiscono con altri additivi chimici) ad essere utilizzate sia in ambienti acidi che alcalini; assenza di corrosione o deterioramento; atossicità; capacità di non alterare la lavorabilità delle malte.

Malte preconfezionate

Trattasi di malte a dosaggio controllato studiate per il superamento dei limiti presentati dalla dosatura manuale delle malte additivate in quanto queste ultime non garantiscono il controllo della percentuale d'espansione che potrebbe risultare eccessiva in rapporto all'elevato degrado delle murature o delle strutture per la difficoltà di:
- dosare la quantità ottimale di additivo/cemento e cemento/inerti;
- dosare gli additivi ad effetti differenziati;
- controllare la granulometria.
Queste malte dovranno essere del tipo confezionato con controllo automatico ed elettronico in modo che nella miscelazione le sabbie quarzo sferoidali (Silice =99% - durezza Mohs = 8) siano selezionate in relazione ad una curva granulo-metrica ottimale e i cementi ad alta resistenza e gli additivi chimici rigorosamente dosati. Gli additivi che garantiranno l'adesione ai substrati, l'inerzia chimica e le notevoli risposte alle sollecitazioni, verranno attivati dall'esatta miscelazione con quantitativi prestabiliti d'acqua. Variando il quantitativo d'acqua da 3 a 6 lt. per ogni sacco di malta, si otterrà un impasto a consistenza più o meno fluida.
L’appaltatore sarà tenuto, nel corso delle operazioni di preparazione delle malte, a prelevare, in presenza ed a richiesta della D.L., dei campioni rappresentativi dei vari tipi di malte preconfezionate che impiegherà nel corso dei lavori al fine di produrre le pattuite prove ed analisi da effettuare durante il corso dei lavori o al collaudo.
Gli agenti espansivi dovranno assicurare in relazione al particolare settore di utilizzo, un'espansione da 0, 04 a 0, 12%, uno spandimento di circa il 150%, un'aderenza su calcestruzzo o acciaio rispettivamente intorno ai valori di 3-3, 5MPa e 20-30 MPa a 28 giorni di stagionatura. Le malte preconfezionate potranno essere usate per ancoraggi, rappezzi, impermeabilizzazioni, getti in fondazione ed, in genere, per tutti quei lavori prescritti dal contratto o richiesti dalla D.L..
Per la preparazione delle malte saranno necessari, oltre i normali attrezzi di lavoro, dei recipienti dalla capacità adatta a contenere i quantitativi di prodotto lavorabili (30-60 minuti per la presa) ed appositi miscelatori alicoidali o piccole betoniere.

L’appaltatore dovrà attenersi alle istruzioni per l'uso che, spesso, prevedono un particolare procedimento di preparazione atto a consentire una distribuzione più omogenea dell'esiguo quantitativo d'acqua occorrente ad attivare l'impasto.
In presenza di temperature elevate, di forte umidità ambientale e di gelate, fattori che potrebbero influenzare i tempi di lavorabilità della malta, l’appaltatore, dietro specifica autorizzazione della D.L., potrà variare sensibilmente i quantitativi d'acqua occorrente oppure utilizzare acqua calda o fredda.
L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte per l'uso Š consentito purch, ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantit… dei leganti e degli altri eventuali additivi.
Ove il tipo di malta non rientri tra quelli prima indicati (Art. "Malte additivate") il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa. (D.M. 9 gennaio 1987)

Art. 41 Restauro delle murature

Integrazione e ripristino delle murature

Generalità - Nei lavori di risanamento delle murature di edifici antichi sarà buona norma privilegiare l'uso di tecniche edilizie che si riallacciano alla tradizione costruttiva riscontrabile nel manufatto in corso di recupero. Non dovranno, quindi, essere utilizzate indiscriminatamente le tecniche del moderno cantiere edilizio. Bisognerà evitare, soprattutto in presenza di decorazioni parietali, interventi traumatici e lesivi dell'originale continuità strutturale e l'utilizzo dei materiali diversi da quelli impiegati dall'antica tecnica costruttiva. Il ricorso a materiali analoghi agli originali, infatti, consente una più sicura integrazione dei nuovi elementi con il manufatto antico ed, inoltre, evita che si possa creare una discontinuità nelle resistenze fisiche chimiche e meccaniche

Sarcitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale. Tecnica del cuci e scuci

L'obiettivo di questa lavorazione dovrà essere quello di ripristinare l'originaria continuità strutturale degli elementi murari degradati mediante una graduale sostituzione che non dovrà interrompere, nel corso dei lavori, la funzionalità statica della muratura. L’appaltatore, quindi, provvederà, delimitata la parte di muratura da sostituire, ad individuare le zone dei successivi interventi che dovranno essere alternati in modo da potere sempre disporre di un quantitativo sufficiente di muratura resistente. Aprirà una breccia nella prima zona d'intervento ricostruendo la porzione demolita con muratura di mattoni pieni e malta magra di cemento, ammorsando da una parte la nuova struttura con la vecchia muratura resistente e dall'altra parte lasciando le ammorsature libere di ricevere la successiva muratura di sostituzione. Dovrà, in seguito, inserire a forza fra la nuova muratura e la sovrastante vecchia muratura dei cunei di legno da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni e malta fluida fino a rifiuto. Queste operazioni andranno ripetute per tutte le zone d'intervento.
(riportare qui di seguito ulteriori istruzioni relative a interventi particolari)

Fissaggio dei paramenti originari

In presenza di porzioni superstiti di paramenti antichi aderenti alla muratura, sia essa costituita da laterizi, tufi, calcari, e comunque realizzata (opera reticolata, incerta, vittata, listata, quasi reticolata, mista, ecc.), l’appaltatore dovrà fare pulire accuratamente la superficie e rimuovere ogni sostanza estranea. Procederà, quindi, all'estrazione degli elementi smossi provvedendo alla loro pulizia e lavaggio ed alla preparazione dei piani di posa con una malta analoga all'originale additivata con agenti chimici solo dietro espressa richiesta della D.L.. Eseguirà in seguito, la ricollocazione in opera degli elementi rimossi e la chiusura "sottoquadro" dei giunti mediante la stessa malta, avendo cura di sigillare le superfici d'attacco tra paramento e nucleo con malte preparate in modo idoneo. Se i paramenti dovessero risultare distaccati dal nucleo murario, l’appaltatore dovrà procedere come descritto precedentemente ripristinando la continuità strutturale tra paramento e nucleo mediante iniezioni o colaggi di miscele fluide di malta a base di latte di calce e pozzolana vagliata e ventilata o altre mescole indicate dalla D.L.. In presenza di piccole lacune o mancanze limitate a pochi elementi si potrà provvedere all'integrazione con materiale antico di recupero. Qualora si dovesse procedere alla ricostruzione di paramenti analoghi a quelli originali, detti paramenti verranno realizzati con materiali applicati in modo da distinguere la nuova esecuzione (sottoquadro, sopra quadro, inserimento di lamine di piombo, trattamento della superficie all'antica).

Lavori di consolidamento delle murature - Generalità

I lavori di consolidamento delle murature potranno essere effettuati ricorrendo alle più svariate tecniche anche specialistiche e ad alto livello tecnologico purchè, queste metodologie, a discrezione della D.L., vengano giudicate compatibili con la natura delle strutture antiche e siano chiaramente riconoscibili e distinguibili alla muratura originaria. Per quanto possibile tali lavori dovranno essere eseguiti in modo da garantire la reversibilità dell'intervento.
I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal D.M. 2 luglio 1981 n. 198, dalle successive Circolari Ministeriali n. 21745 e n. 27690, da D.M. 27.07.1985 e dal D.M. 20 novembre 1987. Ove le opere di consolidamento dovessero rientrare nell'ambito di e di applicazione del citato D.M. 20 novembre 1987, l'appaltatore sarà tenuto:
- ad eseguire, a suo carico, le verifiche di stabilità in essa previste affidandone la redazione ad un tecnico abilitato fornendone una relazione particolareggiata alla D.L. ed all'Amministrazione Appaltante nei termini stabiliti dall'Art. "Oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore" del presente capitolato;
- ad affidare la direzione della realizzazione dei lavori di consolidamento ad un tecnico abilitato comunicandone il nominativo e l'accettazione dell'incarico.

Consolidamento mediante iniezioni a base di miscela leganti

Prima di dare inizio ai lavori, l'appaltatore dovrà eseguire un'attenta analisi della struttura al fine di determinare l'esatta localizzazione delle sue cavità L'esame potrà essere effettuato mediante tecniche molto usuali come la percussione della muratura oppure ricorrendo a cartonaggi o, in relazione all'importanza delle strutture e dietro apposita prescrizione, ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, ecc.). In seguito, l'appaltatore farà asportare lo strato di rivestimento per mettere a nudo la lesione e per meglio esaminare la consistenza del paramento murario. In presenza di murature in pietrame incerto sarà preferibile non togliere lo strato d'intonaco al fine di evitare l'eccessivo trasudamento della miscela legante. I punti su cui praticare i fori (in genere 2 o 3 ogni mq.) verranno scelti dalla D.L. in base alla distribuzione delle fessure ad al tipo di struttura.
Nelle murature in pietrame, le perforazioni dovranno essere eseguite in corrispondenza dei punti di giunzione delle malte e ad una distanza che, in relazione alla compattezza del muro, potrà variare dai 60 agli 80 cm..
Nelle murature in mattoni pieni la distanza fra i fori non dovrà superare i 50 cm.. Le perforazioni andranno eseguite distribuendole in modo che le aree delle singole iniezioni vadano a sovrapporsi; ciò si otterrà lasciando fuoriuscire, durante l'iniezione, la miscela dai tubicini "testimoni".
Durante questa lavorazione sarà necessario evitare che le sbavature vadano a rovinare in modo irreversibile l'integrità degli adiacenti strati di rivestimento. Per agevolare la diffusione della miscela, l'appaltatore dovrà praticare dei fori profondi quanto la metà dello spessore del muro. Se lo spessore risulterà inferiore a 60-70 cm., le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della struttura; se, invece, supererà i 70 cm. si dovrà lavorare su ambedue le facce; se lo spessore dovesse essere ancora maggiore (1, 5-2, 0 ml.), o se risultasse impossibile iniettare su entrambi i lati, si dovrà perforare la muratura da un solo lato fino a raggiungere i 2/3 della profondità del muro.
Se la muratura sarà in mattoni pieni, per distribuire meglio la miscela e per interessare i diversi strati orizzontali di malta, andranno praticate perforazioni inclinate di almeno 45 gradi verso il basso fino a raggiungere una profondità di 30-40 cm..
Gli ugelli di iniezione ed i tubicini "testimone" andranno cementati con la stessa miscela d'iniezione resa più densa. Tutte le lesioni e le eventuali sconnessure fra conci saranno stuccate in modo da non permettere la fuoriuscita della miscela legante. Prima di iniettare la miscela, dovrà essere effettuato un prelavaggio delle sezioni filtranti sia al fine di saturare la massa muraria sia di mantenere la densità della miscela sia di visualizzare, mediante, l'umidità risorgente dagli intonaci, l'estensione delle zone da trattare e l'esistenza di eventuali lesioni non visibili.
Il lavaggio dovrà essere eseguito con acqua pura e priva di materie terrose, durante la fase del lavaggio andranno effettuate le operazioni supplementari di rinzaffo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.
La trasfusione delle miscele leganti all'interno dei fori sarà eseguita a pressione controllata; solo dietro prescrizione della D.L. si dovrà fare ricorso ad un'idonea pompa a mano o automatica provvista di un manometro di facile lettura. La miscela, d'idonea consistenza e composizione, dovrà essere omogenea, ben amalgamata ed esente da grumi ed impurità.
Se il dissesto sarà limitato ed una zona ristretta, dovranno essere risanate, con una pressione non troppo elevata, prima le parti più danneggiate ed inseguito, utilizzando una pressione maggiore, le rimanenti zone.
Dopo un preconsolidamento, che sarà eseguito colando mediante un imbuto una boiacca molto fluida, andranno effettuate le iniezioni procedendo con simmetria dal basso verso l'alto al fine di evitare pericolosi squilibri di peso e conseguenti alterazioni nella statica della struttura. La miscela andrà

iniettata, in relazione alla consistenza della muratura, mediante una pressione di circa 0, 5-1, 0 Kg/cmq. che servirà ad agevolare il drenaggio e ad otturare con il ritorno elastico i fori. Occorrerà, inoltre, in relazione alla quota del piano di posa delle attrezzature, aumentare la pressione d'immissione di 1/2 atmosfera ogni 3 ml. di dislivello in modo da bilanciare la pressione idrostatica. La pressione dovrà essere mantenuta costante fino a quando la miscela non sarà fuori uscita dai fori adiacenti o dai tubicini "testimoni". Dopo l'indurimento della miscela, gli ugelli saranno dismessi ed i fori sigillati con la malta appropriata. Negli edifici a diversi piani, le iniezioni dovranno essere praticate a partire dal piano più basso.

Consolidamento mediante tiranti metallici

I tiranti metallici dovranno essere applicati all'interno della muratura e fissati all'estremità con piastre atte alla distribuzione dei carichi. Una volta segnati i livelli e gli assi dei tiranti, l'appaltatore dovrà preparare la sede di posa dei tiranti mediante l'utilizzo di sonde esclusivamente rotative del diametro prescritto al fine di evitare ogni possibile disturbo all'equilibrio della struttura dissestata. Nel caso si dovesse preparare la sede di posa dei tiranti in aderenza ai paramenti esterni, l'appaltatore dovrà praticare nella muratura delle scanalature le cui sezioni, prescritte dagli elaborati di progetto, siano atte a contenere i piani di posa dei tiranti e delle piastre di ripartizione e le cui aree d'appoggio dovranno essere spianate con un getto di malta antiritiro.
I tiranti, una volta tagliati e filettati per circa 10 cm. da ogni lato, andranno posti in opera e fissati alle piastre (dalle dimensioni e spesso riprescritti) mediante dadi filettati avendo cura di predisporre, se richiesto, delle guaine protettive. Dopo l'indurimento delle malte usate per i piani di posa delle piastre, l'appaltatore metterà in tensione i tiranti mediante chiavi dinamometriche in modo che la tensione applicata non superi il 50% di quella ammissibile dal cavo d'acciaio. Infine, si salderanno i dadi filettati.
La sede di posa dei tiranti, se posta all'interno della struttura, potrà essere riempita, dietro prescrizione della D.L., ricorrendo ad iniezioni di malte reoplastiche o di prodotti sintetici mentre le scanalature andranno sigillate con malta e rifiniti in modo da non compromettere l'aspetto del paramento murario.
Per garantire alla struttura le migliori prestazioni statiche, i tiranti orizzontali dovranno essere posizionati in corrispondenza dei solai o di altre strutture orizzontali mentre lo spazio fra due tiranti contigui dovrà essere ridotto al minimo. Il posizionamento delle piastre d'ancoraggio dovrà essere effettuato secondo le prescrizioni del progetto o della D.L.

Art. 42 Restauro delle strutture lignee

Generalita

Prima di procedere a qualsiasi opera di consolidamento di strutture lignee, l'appaltatore dovrà eseguire le seguenti lavorazioni:
- pulizia accurata dell'elemento da consolidare che si effettuerà secondo le modalità prescritte dalla D.L.;
- analisi dettagliata delle parti da asportare e da ripristinare;
- puntellamento della struttura che grava sugli elementi da consolidare mediante il rivestimento dei carichi sulle parti sane o sulle murature adiacenti;
- accertamento delle cause del degrado della struttura;
- trattamento antiruggine ed antincendio degli elementi metallici di rinforzo.

Sostituzione di travi in legno

In caso d'integrale sostituzione di travi di legno, l'appaltatore dovrà puntellare i travetti ed il tavolato posato sulle travi con due fili di ritti da collocare parallelamente alle travi. Alla sommità dei ritti in corrispondenza dell'intradosso dei travetti, dovrà essere collocato un architrave su cui verranno posti a contrasto i singoli travetti mediante chiodatura di biette in legno.
Se la puntellatura dovrà poggiare sopra un solaio, i ritti dovranno essere disposti in modo da gravare su elementi sufficientemente resistenti; se, ad insindacabile giudizio della D.L., il solaio non offrirà sufficiente garanzie di resistenza, sarà necessario prolungare i ritti fino al solaio sottostante o scaricarli sulla muratura perimetrale. Per una migliore distribuzione dei carichi, l'appaltatore dovrà impiegare elementi atti alla ripartizione dei carichi (tavole in legno di idonea sezione inserite ai piedi dei ritti).
La trave, liberata della muratura in corrispondenza degli appoggi, verrà sfilata intera e, solo dietro autorizzazione della D.L., potrà essere tagliata. La nuova trave che dovrà corrispondere come essenza, qualità e dimensione ai requisiti richiesti dagli elaborati di progetto e alle caratteristiche

tecniche stabilite dall'Art. "Legnami" del presente capitolato, dovrà essere messa in opera ripristinando gli eventuali collegamenti metallici e contrastata chiodando di biette in legno.

Consolidamento di capriate mediante ricostruzione della testa di elementi in trazione e/o in compressione

La ricostruzione di testa di trave degradata, mediante la rimozione a sega e scalpello delle parti marcescenti dall'elemento ligneo, la formazione di un giunto a due denti a calettatura rovescia, la formazione di un corrispondente giunto sul nuovo elemento ligneo d'integrazione, avente le stesse dimensioni di sezione, il montaggio dell'elemento stesso, fissato con bullonature e staffature; se necessario dovranno essere eseguite idonee puntellazioni della struttura di copertura per consentire le lavorazioni

Consolidamento di travi mediante rinforzo con elementi metallici

Il consolidamento di una struttura lignea mediante l'utilizzo di elementi metallici di rinforzo potrà essere effettuato solo quando non sarà realizzabile nessun altro tipo di sistema o quando gli elementi risulteranno ricoperti da controsoffitti. Gli elementi metallici dovranno essere preventivamente puliti, sgrassati, trattati con idonee sostanze antiruggine e forati in modo da permettere il collegamento con la trave. L'appaltatore, realizzati i puntellamenti e le rimozioni, farà eseguire dei fori passanti lungo il piano longitudinale della trave; il diametro, la distribuzione e l'inclinazione (in genere 45 gradi) dei fori saranno stabiliti dagli elaborati di progetto.
Dovrà, quindi, sovrapporre un ferro piatto di dimensioni appropriate alla faccia della trave prevista dal progetto e praticare sul ferro, in corrispondenza dei fori, delle tacche; collegherà, infine, la piastra alla trave mediante chiavarde metalliche che serrerà con appositi bulloni.

Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all'estradosso

Trascorsi alcuni giorni l'appaltatore dovrà riportare in tiro le chiavarde serrando ulteriormente i bulloni. Se i lavori di consolidamento dovranno necessariamente essere eseguiti all'estradosso delle travi, l'appaltatore, dopo aver rimosso la pavimentazione ed il assetto di sottofondo, potrà eseguire i trattamenti preliminari previsti collocando in corrispondenza dell'estradosso delle travi dei profilati metallici dalle dimensioni stabilite dagli elaborati di progetto. Realizzerà, quindi, i collegamenti tra la trave in legno e quella in ferro mediante apposite cravatte metalliche, preventivamente pulite, sgrassate e trattate con sostanze antiruggine, aventi passo e dimensione prescritti dagli elaborati di progetto. Le cravatte dovranno essere "tirate" in modo da trasmettere uniformemente il carico del solaio e della trave in legno sulle putrelle metalliche.

Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all'intradosso

L'intervento potrà essere realizzato esclusivamente su strutture lignee prive di decorazioni o su travi nascoste da un controsoffitto di cui si possano sostituire gli elementi. L'appaltatore dopo avere ricavato nella muratura gli alloggiamenti adatti alle teste dei profili metallici di rinforzo, potrà collocare all'intradosso della struttura, in aderenza ai lati delle travi, due putrelle dalle dimensioni indicate dagli elaborati di progetto. In seguito, effettuerà il collegamento tra le putrelle e la trave mediante cravatte metalliche aventi il passo e la sezione stabiliti dagli elaborati di progetto; se le putrelle ed i travetti della struttura non dovessero risultare ovunque in aderenza, dovranno essere predisposti dei ringrossi mediante biette di legno. Se previsto, la putrella dovrà essere collocata direttamente sotto la trave lignea. Se la D.L., lo riterrà necessario, dovranno essere messe in opera putrelle rompitratta disposte trasversalmente alla trave lignea.

Cnsolidamento delle falde di copertura

L'appaltatore, rimosso il manto di copertura in coppi, eseguirà un accurato controllo dello stato di conservazione dell'impalcato di morali e tavelle e, in caso di particolari insellamenti della copertura, potranno essere realizzati sistemi di parziale recupero dell'avvallamento mediante cunei di legno

opportunamente sagomati e fissati mediante chiodature all'estradosso delle travi di copertura sopra i quali saranno ricollocati in opera i morali preventivamente smontati; i cunei dovranno essere in legno duro o altra essenza ritenuta idonea dalla D.L., di buona qualità con spessore variabile in modo da assecondare le irregolarità della falda.

Copertura a tetto

La copertura a tetto sarà sostenuta da una grossa armatura in legno, ferro o cemento armato, il tutto con le dimensioni e disposizioni che saranno prescritte dai tipi di progetto o dalla Direzione dei lavori. Sulla grossa armatura saranno poi disposti i travicelli ed i listelli in legno (piccola armatura) sulla quale sarà poi distesa la copertura di tegole direttamente o con l'interposizione di un sottomanto in legno od in laterizi.
Sottomanto in legno - Sarà costituito da tavole di legno di abete dello spessore di cm. 2, 5 piallate dalla parte in vista, unite a filo piano e chiodate alla sottostante orditura di travicelli.
Sottomanto di pianelle o tavelline - Il sottomano di pianelle o tavelline si eseguirà collocando sui travicelli o correntini del tetto le pianelle o tavelline una vicina all'altra, bene allineate e in modo che le estremità di esse posino sull'asse di detti legami e le connessure non siano maggiori di mm. 6. Le dette connessure saranno stuccate con malta idraulica liquida.
I corsi estremi lungo la gronda saranno ritenuti da un listello di abete chiodato alla sottostante armatura del tetto.
Sottomanto in lastre ondulate - potrà essere eseguito nei seguenti tipi:
- con lastre ondulate normali spessore mm. 5,5 a 6;
- con lastre ondulate alla romana spessore mm. 5,5;
- con lastre ondulate alla toscana spessore mm. 5,5;
- con lastre piane alla francese spessore mm. 4.

In ogni caso le lastre verranno poste in opera su tavolato di legno abete dello spessore di almeno mm. 25 con orditura di listelli pure in abete della sezione da cm. 4x4 a 7x7 a seconda dell'interasse e del tipo di copertura, fissandole con speciali accessori in ferro zincato (grappe, chiodi o viti, renelle triple in piombo, ecc.). La loro sovrapposizione dovrà essere, a seconda del tipo di lastra, da cm. 5 a 8; i colmi ed i prezzi speciali terminali di ogni tipo saranno anch'essi fissati con gli appositi accessori.

a) Copertura di tegole curve o coppi - La copertura di tegole a secco si farà posando sulla superficie da coprire un primo strato di tegole con la convessità rivolta in basso, disposte a filari allineati ed attigui, sovrapposte per cm. 15 ed assicurare con frammenti di laterizi. Su questo tratto se ne collocherà un secondo colla convessità rivolta in alto, similmente accavallate per cm. disposte in modo che ricoprano la connessura fra le tegole sottostanti. le teste delle tegole in ambedue gli strati saranno perfettamente allineate con la cordicella, sia nel senso parallelo alla gronda che in qualunque senso diagonale. Il comignolo, i displuvi ed i compluvi saranno formati con tegoloni. I tegoloni del comignolo e dei displuvi saranno diligentemente suggellati con malta, e così pure saranno suggellate tutte le tegole che formano contorno delle falde, o che poggiano contro i muri, lucernari, canne da camino e simili. Le tegole che vanno in opera sulle murature verranno posate su letto di malta. La copertura di tegole su letto di malta verrà eseguita con le stesse norme indicate per la copertura di tegole a secco; il letto di malta avrà lo spessore di cm. 4-5. Tutti i coppi di colmi saranno collegati tra loro a secco mediante l'utilizzo di ganci in rame fermacoppo, della lunghezza minima di 9 cm, opportunamente innervati in modo da garantire sufficiente rigidezza per la tenuta del coppo. In corrispondenza della prima fila di coppi lungo la cornice di gronda, sarà messa in opera una griglia in rame parapasseri opportunamente fissata

In tutti i tipi di coperture, se prescritto, dovranno essere applicate delle converse (lamiera zincata, lastre di piombo o rame) a protezione degli impluvi e degli incontri delle falde con le murature di camini, abbaini, etc.

Art. 43 Trattamenti protettivi

<u>Generalità</u>

I lavori di impregnazione di manufatti edili da effettuare mediante sostanze idrofobizzanti o consolidanti dovranno essere preceduti da analisi da eseguire, se richiesto secondo le prescrizione contenute nell'Art. "Indagini preliminari ai lavori di Restauro" del presente capitolato, atte a stabilire in base al degrado il tipo di formulato da impiegare. La quantità di prodotto da utilizzare sarà decisa dalla D.L. in funzione della:

- porosità dei materiali;
- struttura molecolare dell'impregnante;
- qualità della sostanza impregnante;
- modalità di applicazione.

L'appaltatore, prima di procedere a qualsiasi tipo di applicazione avrà l'obbligo di:

- eliminare le fessure, i giunti, le sconnessure e qualsiasi altro difetto costruttivo;
- accertare mediante prove applicative la compatibilità dell'impregnante con le malte o gli intonaci alcalini;
- eliminare ogni possibile infiltrazione d'acqua al fine di evitare possibili migrazioni di sali all'interno del muro;
- eliminare dal manufatto qualsiasi traccia di solventi, detergenti, depositi organici ed efflorescenze saline;
- proteggere le superfici che potrebbero essere danneggiate dall'intervento;
- eseguire l'impregnazione con temperature ambientali comprese fra i 5 gradi ed i 25 gradi centigradi;
- proteggere dalla pioggia per almeno un giorno le superfici impregnate.

Idrofobizzazione di manufatti edili

L'appaltatore potrà procedere al trattamento idrofobizzante delle superfici esterne dei manufatti edili solo dopo aver effettuato, se prescritto dagli elaborati di progetto, una loro impregnazione con effetto consolidante. I lavori andranno eseguiti previa l'accurata pulizia delle superfici.
Se si dovessero utilizzare per la pulizia sostanze chimiche attive, l'appaltatore dovrà neutralizzare l'azione degli eventuali residui con abbondante acqua o mediante l'uso di appositi neutralizzatori indicati dalla D.L..
Prima di dare inizio ai lavori, dovrà eseguire prove applicative su superfici campione al fine di determinare la quantità di materiale occorrente e di verificare, se prescritto, mediante specifiche analisi di laboratorio, la validità del trattamento, la profondità d'impregnazione e la compatibilità fisico-chimica della sostanza impregnante con il supporto. Gli impregnanti, salvo diverse prescrizioni, dovranno essere applicati su fondi asciutti.
L'appaltatore dovrà dopo la pulizia con acqua o in caso di pioggia, attendere che le superfici, traspirando, riacquistino il loro naturale tasso di umidità, per applicare le sostanze impregnanti si potranno impiegare indifferentemente sia sistemi manuali che meccanici.
Per ottenere una profonda ed efficace impregnazione si potranno utilizzare:

- pennelli purchè la sostanza impregnante venga stesa più volte fino a completa saturazione del manufatto;
- altre tecniche purché siano in grado di trattenere la sostanza impregnante sul supporto per il tempo occorrente a realizzare un completo assorbimento ed a condizione che non comportino alcun pericolo per l'integrità del manufatto.

Qualora venissero impiegati sistemi a spruzzo, gli ugelli dovranno essere tenuti ad una distanza di almeno 10-15 cm. in modo da evitare il ricorso a pressioni elevate.
L'appaltatore, infine, durante il periodo estivo dovrà evitare l'impregnazione di superfici soleggiate e durante l'inverno proteggere con teli le superfici esposte alle piogge evitando il trattamento con temperature inferiori a 0 gradi centigradi.

Consolidamento corticale di manufatti edili

L'appaltatore eseguirà il trattamento consolidante utilizzando esclusivamente quelle sostanze che posseggano i requisiti richiesti dall'Art. "Impregnanti con effetto consolidante" del presente capitolato.
Il quantitativo di sostanze consolidante sarà stabilito dalla D.L. in base all'effettivo grado d'alterazione del manufatto solo dopo l'esecuzione di prove su superfici campione.
Il trattamento verrà eseguito con le cautele, i limiti e le modalità prescritte nel precedente Art. "Idrofobizzazione di manufatti edili".
(riportare qui di seguito le istruzioni relative a particolari sistemi d'impregnazione):

Pulizia e protezione - Generalità

In base all'azione chimico-fisica che svolgono sulle superfici dei materiali, i sistemi di pulizia vengono così classificati:

- aggressivi, quando operano un forte attacco fisico-chimico;
- parzialmente aggressivi, quando la loro azione risulta più attenuata;
- ad aggressività controllata, quando la loro azione aggressiva è facilmente controllabile;
- non aggressivi quando non operano alcuna azione chimico- fisica.

Prima di iniziare a pulire i manufatti di particolare valore storico-artistico, l'appaltatore dovrà fare analizzare le croste e le superfici dei materiali alfine di determinare sia la natura, la consistenza e la reattività chimica della sostanza inquinante che l'inerzia chimica, la compattezza e la porosità delle superfici. Dovrà, altresì, adottare esclusivamente sistemi non aggressivi o ad aggressività controllata utilizzando prodotti aventi caratteristiche conformi a quelle richieste dall'Art. "Prodotti per la pulizia dei manufatti lapidei" del presente capitolato. Dovrà, infine, prima di procedere alla pulizia, controllare i risultati forniti dall'esame delle superfici campione già trattate con i sistemi richiesti e tenere presente che sarà assolutamente vietato asportare durante l'esecuzione della pulizia, parti anche millesimali di materiale lapideo o eliminare la tipica colorazione denominata patina.

Metodi per la pulitura di edifici monumentali

Per pulitura si intende la rimozione di tutto quanto è dannoso per il materiale lapideo e quindi depositi superficiali di varia natura, vegetazione infestante, croste nere presenti queste ultime generalmente sui materiali litoidi esposti all'esterno, il tutto nel rispetto della superficie del materiale stesso, delle "patine" e dei "trattamenti" storici.
Per tutte le lavorazioni incluse in questo articolo l'appaltatore provvederà a eseguirle tramite personale specializzato di cui all'art. *Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche*.
Tasselli di prova - Al sarà vietato effettuare qualsiasi tipo di pulitura, anche utilizzando sistemi e prodotti prescritti, senza l'esecuzione preventiva di prove applicative e in assenza di una esplicita autorizzazione della D.L..
Pulizia manuale – Poiché la pulizia manuale risulta particolarmente aggressiva, in relazione alla coerenza del deposito/crosta da rimuovere, l'appaltatore dovrà farla eseguire adoperando esclusivamente spazzole di saggina o di nylon. Sarà assolutamente vietato utilizzare spatole, raschietti, carte abrasive, anche a grana sottile, e pietra pomice, e quant'altro non previsto dalle indicazioni del documento NORMAL 20/85, salvo eventuali diverse disposizioni della D.L., che comunque riguarderanno superfici di limitata estensione. Se autorizzato, l'appaltatore dovrà lavorare con piccoli trapani sulle cui punte monterà delle speciali frese in nylon o setola o con l'impiego puntuale di bisturi, spatole, piccole spazzole in nylon.
Acqua nebulizzata – L'appaltatore, distribuiti i tubi adduttori lungo tutta la superficie dell'intervento, inizierà la pulizia dall'alto nebulizzando l'acqua mediante speciali atomizzatori autorizzati dalla D.L., il cui getto non dovrà mai essere indirizzato direttamente sulle supefici ma sfrutterà invece la capacità emolliente dell'acqua durante la caduta. L'efficacia della pulizia sarà determinata non tanto dalla quantità d'acqua impiegata quanto dal fatto che, essendo nebulizzata fornisce una pioggia nebbiosa costituita da goccioline con diametri da 80 a 120 micron., presenta un'area superficiale molto estesa e di conseguenza una superficie di contatto con i materiali da pulire maggiore di quella impiegata senza nebulizzazione. In ogni caso, il quantitativo d'acqua da impiegare su materiali assorbenti o corpi fessurati dovrà assolutamente essere limitato in quanto dannoso. L'appaltatore dovrà prolungare l'intervento finché le croste non risultino talmente morbide da essere asportate manualmente mediante spazzole di saggina o di nylon.
Il sistema per essere efficace richiede tempi di svolgimento piuttosto lunghi (1-2 giorni). dovrà quindi provvedere sia alla raccolta dell'acqua impiegata che alla accurata protezione delle superfici adiacenti, effettuando il trattamento esclusivamente in stagioni calde. L'appaltatore dovrà impiegare esclusivamente acqua deionizzata priva di impurità e di sali in soluzione. Le particelle d'acqua dovranno avere dimensioni comprese tra 5 e 10 micron. L'appaltatore dovrà eseguire la pulitura con temperature esterne di almeno 14°, con intervelli regolari, in ogni caso il tempo di intervento non dovrà mai superare le 4 ore consecutive di esposizione all'acqua nebulizzata per evitare l'eccessiva impregnazione da parte delle murature. La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite l'utilizzo di una specifica apparecchiatura dotata di gruppo a resine scambiatrici di ioni, con una portata sufficiente a garantire la continuità di lavoro (gruppo motopompa a rotore in PVC per l'adduzione dell'acqua deionizzata di alimentazione ai nebulizzatori). L'appaltatore provvederà alla formazione di adatti circuiti idraulici con tubo in PVC per la distribuzione ad un sufficiente numero di speciali ugelli nebulizzatori con dispersione a cono vuoto e diametro dell'orifizio consigliato da 0,41 a 0,76 micron completi di rubinetti per la limitazione del flusso, tubi terminali flessibili con ugelli conici per la regolazione fine della nebbia di uscita. In ogni caso l'adatto tempo di intervento sarà da determinarsi su tassellature campione a tempi crescenti concordati con la D.L.
Sistemi meccanici – Solo dietro specifica autorizzazione della D.L. e ricorrendo a personale altamente specializzato l'appaltatore potrà impiegare utensili di tipo vario quali bisturi, spatole metalliche, microscalpelli, microtrapani, vibroincisori elettrici o ad aria compressa. Questi strumenti saranno impigati esclusivamente per rimuovere depositi di materiali di varia natura quali depositi calcarei, stuccature cementizie e materiali incompatibili con il supporto.

Pulitura meccanica con ausilio di strumentazioni:

Apparecchiature ad ultrasuoni - L'appaltatore, se previsto, dovrà adoperare speciali dispositivi atti a rimuovere, mediante leggere sollecitazioni prodotte da microonde (25 Khz) trasmesse da un piccolo spray ad acqua, le incrostazioni più resistenti, le apparecchiature ad ultrasuoni, adatte per la loro precisione al trattamento di manufatti policromi di particolare pregio artistico, potranno essere utilizzate solo da personale altamente specializzato.

Pulitura chimica- Questo tipo di pulitura sfrutta l'azione solvente dell'acqua e di altre sostanze chimiche che, utilizzate assieme o separatamente a questa, rimuovono o riducono i depositi superficiali e/o le croste presenti. I sistemi per prolungare l'azione solvente si possono attuare tramite lavaggi e/o impacchi impiegando, per questi ultimi, uno tra i supportanti indicati: argille assorbenti, polpa di carta, ovatta in cotone, carta assorbente, carbossimetilcellulosa, paste gelatinose, debitamente miscelati con acqua, secondo l'occorrenza. Le sostanze chimiche impiegate in soluzione acquosa ad azione solvente e/o complessante, in percentuale secondo le indicazioni della D.L., non dovranno in alcun modo essere aggressive nei confronti del materiale litoide da trattare: il ph non deve essere superiore a 8,0 e non inferiore a 5,5. L'efficacia solvente delle soluzioni potrà essere valutata in fase di campionatura da prove da eseguirsi in situ o in laboratorio.

Soluzioni chimiche - L'appaltatore potrà utilizzare solamente quelle soluzioni chimiche e/o solventi dalle caratteristiche richieste dall'Art. "Prodotti per la pulizia dei materiali lapidei" del presente capitolato. Tali prodotti dovranno essere applicati solo sulle incrostazioni allo scopo di ridurne lo spessore e avendo cura di controllarne il PH per non costituire in alcun modo motivo di aggressione del materiale lapideo. La scelta del supportante, come sopra già indicato, potrà avvenire tra le numerose tipologie in commercio e sarà in relazione allo spessore e tipologia delle croste da ridurre, alla morfologia e ubicazione delle superfici da trattare. L'appaltatore per la pulizia di materiali porosi, assorbenti e deteriorati non dovrà assolutamente utilizzare detergenti chimici.Per la risoluzione di particolari problemi di pulitura,come la presenza di macchie di ruggine (ossidi di ferro) e di macchie verdastre (sali di rame) o altra tipologia, si potranno usare soluzioni acquose di sostanze complessanti seguite, a operazione ultimata, da lavaggi con acqua deionizzata.
Per la rimozione di biodeteriogeni, si dovranno adottare soluzioni acquose del biocida idoneo all' eliminazione degli stessi.

Pulitura a vapore: Pulitura delle superfici mediante vapore acqueo prodotta da caldaia munita di ugello erogatore, utilizzando acqua di rete anche con eventuale aggiunta di opportuni tensioattivi. Questa tecnica si basa sull'azione chimica, solvente, delle particelle di vapore acqueo che si condensano sulla superficie, eventualmente coadiuvata da un mezzo meccanico blando (spugna morbida). L'azione meccanica concomitante dovrà essere opportunamente calibrata variando la distanza tra la lancia dello spruzzo dalla superficie di trattamento. Con tale metodo l'impiego di acqua viene ridotto al minimo rispetto al lavaggio semplice o con acqua nebulizzata. Il vapore dovrà uscire ad una pressione massima di 2 atmosfere. La durata dell'operazione dovrà protrarsi fino ad un livello di pulitura ritenuto ottimale dalla D.L .

Pulitura con impacco biologico: Pulitura delle superfici mediante impacco a base di sepiolite e acqua di rete e contenente urea e glicerina, da applicare spessore minimo di 2 cm e da coprire con foglio di politene o di materia plastica analoga, reso bene aderente e sigillato accuratamente ai bordi. Tale tecnica di pulitura, che si basa su processi di natura sia chimica che batterica, va accuratamente controllata nelle sue modalità (tempo di contatto, asportazione, verifica della completa rimozione al termine). Deve essere tassativamente esclusa a temperature ambiente inferiori a 18°C. L'impacco dovrà essere rimosso manualmente, dapprima mediante spugnetta e, come finitura finale mediante lavaggio ad acqua con specifico prodotto biocida a scelta della D.L.

MODALITA' DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile, prelievi limitatamente distruttivi, al fine di accertare se i materiali e le modalità di applicazione abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. Degli eventuali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.
L'appaltatore inoltre dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone copia a richiesta della direzione dei lavori. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano

quelli certificati e che lemodalità e i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla pulitura.

Art. 44 Restauro pavimenti e rivestimenti

Opere in marmo, pietre naturali ed artificiali

Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno in generale corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente capitolato o di quelle particolari impartite dalla D.L. all'atto dell'esecuzione. Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta, come indicato all'Art. "Materiali naturali di cava". Prima di cominciare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti l'appalto da parte dell'Amministrazione Appaltante, l'Appaltante dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della D.L., alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli uffici della direzione dei lavori, quali termini di confronto e di riferimento.
Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la D.L. ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimenti, copertina, cornice, pavimento, colonna, ecc.), la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei prezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa D.L. potrà fornire all’appaltatore all'atto dell'esecuzione, e quest'ultimo avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme, come ad ogni altra disposizione circa la formazione di modanature, scorniciature, gocciolatoi, ecc..
Per le opere di una certa importanza, la D.L. potrà prima che esse vengano iniziate, ordinare all’appaltatore la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il loro collocamento in sito, nonché, l'esecuzione di tutte le modifiche necessarie, il tutto a spese dell’appaltatore stesso, sino ad ottenerne l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare fornitura. Per tutte le opere infine è fatto obbligo all’appaltatore di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie ordinate dalla D.L. alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando esso Appaltatore in caso contrario unico responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera.
Esso avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla D.L..
a) Pietra da taglio - La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla direzione dei lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:
1) a grana grossa;
2) a grana ordinaria;
3) a grana mezza fina;
4) a grana fina.
Per pietra da taglio a grana grossa, s'intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti. Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi. La pietra da taglio s'intenderà lavorata a grana mezza fina e a grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani e, rispettivamente, a denti finissimi. In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che le connessure fra concio non eccedano la larghezza di mm. 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm. 3 per le altre. Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorate a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l’appaltatore sarà…obbligato di sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero dopo il momento della posa in opera, e ciò fino al collaudo.

Restauro di pavimenti e rivestimenti - Generalità

Per realizzare interventi di consolidamento, risanamento e protezione degli appalti decorativi, l' Appaltatore dovrà impiegare personale altamente specializzato e ricorrere, se richiesto, a consulenti tecnici. La D.L., prima dell'inizio dei lavori, potrà chiedere l'elenco del personale tecnico per sottoporlo all'approvazione degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Prima di procedere al

consolidamento di qualsiasi tipo di rivestimento, l’appaltatore dovrà rimuovere le sostanze inquinanti (efflorescenze saline, concrezioni, crescite microorganiche, erbe, arbusti, terriccio, ecc.) usando materiali, modalità, attrezzi e tempi d'applicazione che, su specifica indicazione della D.L. e secondo quanto prescritto dall'Art. "Pulizia dei materiali lapidei" del presente capitolato, si diversificheranno in relazione al tipo di manufatto, al suo stato di conservazione, alla natura della sostanza inquinante ed ai risultati delle analisi di laboratorio.
Il fissaggio ed il consolidamento degli strati superficiali che hanno subito una perdita di coesione dovranno essere eseguiti applicando sostanze adesive aventi le caratteristiche richieste dagli Art. "Impregnanti con effetto consolidante" del presente capitolato mediante pennelli, nebulizzatori, iniettori, sistemi a vuoto o altre moderne tecnologie purch, esse siano previste dagli elaborati di progetto ed approvate dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Le lesioni profonde, salvo diverse disposizioni, andranno stuccate preferibilmente con malte a base di calce.
L’appaltatore farà aderire alle parti di rivestimento da risanare uno strato in velatino di cotone mediante un adesivo di tipo reversibile diluito con l'apposito solvente.
La velatura di superfici di particolare pregio, modanate o figurate, sarà eseguita con carta giapponese. La velatura potrà essere rimossa con i prescritti solventi solo quando la D.L. lo riterrà opportuno. Durante e dopo l'intervento, l’appaltatore dovrà adottare le seguenti precauzioni al fine di evitare eventuali azioni corrosive e disgregatrici esercitate da agenti biodeteriogeni:
- aggiungere alla miscela composta da adesivi sintetici o da malte, i prescritti biocidi (fungicidi, alghicidi, ecc.) nelle quantità consigliate dai produttori o stabilite dalla D.L.;
- trattare preventivamente i velatini di cotone con i prescritti biocidi;
- disinfestare, dopo aver rimosso le protezioni, le superfici dei rivestimenti.
Se le superfici, oggetto dell'intervento di recupero, dovessero venire protette con l'uso di supporti rigidi, l’appaltatore dovrà applicarvi sopra, in base alle modalità di progetto e alle direttive della D.L., un antiadesivo, uno strato ammortizzante o un pannello in legno eventualmente armato e sagomato.

Materiali lapidei di rivestimento

I lavori di restauro di elementi lapidei di notevole valore storico artistico dovranno essere eseguiti con le metodologie ed i materiali prescritti dagli artt. "Trattamenti protettivi" del presente capitolato ed attenendosi alle "Note sui Trattamenti Conservativi dei Manufatti Lapidei" elaborate dal Laboratorio Prove sui Materiali ICR Roma 1977. L’appaltatore, accertato mediante le prescritte analisi lo stato di conservazione del manufatto, dovrà variare le modalità di intervento in relazione al tipo di degrado.
Se il materiale lapideo dovesse presentare superfici microfessurate e a scaglie, queste ultime, prima dell'esecuzione della pulizia, dovranno essere fissate coni prescritti adesivi. L’appaltatore, inoltre, dovrà eseguire le velature facendo aderire la carta giapponese alle scaglie mediante resine reversibili diluite in tri-cloro-etano. Infine, consoliderà l'intera struttura dell'elemento lapideo iniettando le stesse resine meno diluite.
Se il materiale lapideo dovesse presentare superfici fessurate in profondità e ricoperte da ampie scaglie, l’appaltatore dovrà fissare le parti instabili con adeguati sistemi di ancoraggio (vincoli meccanici di facile montaggio e rimozione, strutture lignee, etc.).
Quindi, completate le lavorazioni, dovrà consolidare l'elemento lapideo con i sistemi ed i materiali prescritti e provvedere alla rimozione delle strutture di protezione.
(riportare qui di seguito le prescrizioni relative a particolari sistemi di restauro):

Art. 45 Restauro di intonaci e di decorazioni

I lavori di restauro degli intonaci e delle decorazioni saranno sempre finalizzati alla conservazione dell'esistente; l’appaltatore dovrà, quindi, evitare demolizioni e dismissioni tranne quando espressamente ordinato dalla D.L. ove essi risultino irreversibilmente alterati e degradati. Le eventuali opere di ripristino saranno effettuate salvaguardando il manufatto e distinguendo le parti originarie da quelle ricostruite al fine di evitare la falsificazione di preziose testimonianze storiche. I materiali da utilizzare per il restauro ed il ripristino dovranno possedere accertate caratteristiche di compatibilità fisica, chimica e meccanica il più possibile simili a quelle dei materiali preesistenti; sarà, in ogni caso, da preferire l'impiego di materiali e tecniche appartenenti alla tradizione dell'artigianato locale.
a) Ripristino di intonaci distaccati mediante l'esecuzione d'iniezioni a base di miscele idrauliche. Dopo avere ispezionato le superfici ed individuato le zone interessate da distacchi, l’appaltatore dovrà eseguire le perforazioni con attrezzi ad esclusiva rotazione limitando l'intervento alle parti distaccate. Egli, altresì, iniziando la lavorazione a partire dalla quota più elevata, dovrà:
- aspirare mediante una pipetta in gomma i detriti della perforazione e le polveri depositatesi all'interno dell'intonaco;

- iniettare con una siringa una miscela acqua/alcool all'interno dell'intonaco al fine di pulire la zona distaccata e di umidificare la muratura;
- applicare all'interno del foro un batuffolo di cotone;
- iniettare, attraverso il batuffolo di cotone, una soluzione a base di adesivo acrilico in emulsione (primer) avendo cura di evitare il riflusso verso l'esterno;
- attendere che la soluzione acrilica abbia fatto presa;
- iniettare, dopo aver asportato il batuffolo di cotone, la malta idraulica prescritta operando una leggera ma prolungata pressione sulle parti distaccate ed evitando il per colamento della miscela all'esterno. Qualora la presenza di alcuni detriti dovesse ostacolare la ricollocazione nella sua posizione originaria del vecchio intonaco oppure impedire l'ingresso della miscela, l’appaltatore dovrà rimuovere l'ostruzione con iniezioni d'acqua a leggera pressione oppure mediante gli attrezzi meccanici consigliati dalla D.L..
b) Ripristino di decorazioni distaccate mediante microbarre d'armatura.
Nell'ispezionare le decorazioni ed individuare le parti in via di distacco, l’appaltatore avrà l'obbligo di puntellare le zone che potrebbero accusare notevoli danni a causa delle sollecitazioni prodotte dai lavori di restauro. Quindi, dovrà:
- praticare delle perforazioni aventi il diametro e la profondità prescritti dagli elaborati di progetto o ordinati dalla D.L.;
- aspirare mediante una pompetta di gomma i detriti e la polvere;
- iniettare all'interno del foro una miscela di acqua/alcool in modo da pulire la sua superficie interna ed umidificare la muratura;
- applicare nel foro un batuffolo di cotone;
- provvedere alla sigillatura delle zone in cui si siano manifestate, durante la precedente iniezione, perdite di liquido;
- iniettare, se richiesto, una soluzione a base di adesivi acrilici in emulsione (prime);
- iniettare, dopo aver asportato il batuffolo di cotone, una parte della miscela idraulica in modo da riempire il 50% circa del volume del foro;
- collocare la barra d'armatura precedentemente tagliata a misura;
- iniettare la rimanente parte di miscela idraulica evitando che pericoli lungo le superfici esterne.
c) Ripristino di intonaci e decorazioni mediante l'utilizzo della tecnologia del vuoto.
La tecnologia del vuoto potrà essere utilizzata in combinazione con le lavorazioni di cui ai precedenti punti a- b operando la depressione mediante l'ausilio di apposite pompe vuoto e di teli in polietilene. Le modalità operative e le sostanze da utilizzare saranno concordate con la D.L. in ottemperanza con quanto stabilito dagli art". "Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche", "Materiali in genere" e "Sostanze impregnanti in genere". Sarà vietato, su manufatti di particolare valore storico, l'utilizzo come sigillanti in pasta di sostanze elastomeriche, dette sostanze, infatti, alla fine dei lavori possono lasciare sulla superficie del rivestimento depositi indelebili o causare, per la loro adesività, pericolose asportazioni di materiale pregiato.
(riportare qui di seguito ulteriori istruzioni):

Art. 46 Modalità di esecuzione lavori

Opere da carpentiere

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa armatura di tetto, travature per solai, impalcati, ecc.), devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte ed in conformità alle prescrizioni date dalla D.L.. Tutte le giunzioni dei legnami debbono avere al forma e le dimensioni prescritte, ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti. Non è tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.
Qualora venga ordinato dalla D.L. nelle facce di giunzione verranno interposte dalle lamine di piombo o di zinco, od anche del cartone catramato, le diverse parti dei componenti un'opera in legname devono essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date.
Dovendosi impiegare chiodi per collegamento dei legnami, è espressamente vietato farne l'applicazione senza apparecchiarne prima il conveniente foro col succhiello.
I legnami prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione della spalmatura di catrame o della coloritura, se ordinata, debbono essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accertati provvisoriamente dalla D.L..
Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmati di catrame vegetale o di carbolineum e tenute, almeno

lateralmente e posteriormente, isolate in modo da permettere la permanenza di uno strato di aria possibilmente ricambiabile.

Infissi in legno - Norme generali

Per l'esecuzione dei serramenti od altri lavori in legno l'appaltatore dovrà servirsi di una Ditta specialista e ben accetta alla D.L. Essi saranno sagomati e muniti degli accessori necessari, secondo i disegni di dettagli, i campioni e le indicazioni che darà la D.L.. Il legname dovrà essere perfettamente lavorato e piallato e risultare, dopo ciò, dello spessore richiesto, intendendosi che le dimensioni dei disegni e gli spessori debbono essere quelli del lavoro ultimato, né saranno tollerate eccezioni a tale riguardo.
I serramenti e gli altri manufatti saranno piallati e raspati con carta vetrata e pomice in modo da fare scomparire qualsiasi sbavatura. E' proibito inoltre assolutamente l'uso del mastice per coprire difetti naturali del legno o difetti di costruzione. Le unioni dei ritti con traversi saranno eseguite con le migliori regole dell'arte: i ritti saranno continui per tutta l'altezza del serramento, ed i traversi collegati a dente e mortisa, con caviglie di legno duro e con biette, a norma delle indicazioni che darà la D.L.. I denti e gli incastri a maschi e femmina dovranno attraversare dall'una all'altra parte i pezzi in cui verranno calettati, e le linguette avranno comunemente la grossezza di 1/3 del legno e saranno incollate.
Nei serramenti ed altri lavori a specchiatura, i pannelli saranno uniti ai telai ed ai traversi intermedi mediante scanalature nei telai e linguette nella specchiatura, con sufficiente riduzione dello spessore per non indebolire soverchiamente il telaio. Fra le estremità della linguetta ed il fondo della scanalatura deve lasciarsi un gioco per consentire i movimenti del legno della specchiatura. Nelle fodere, dei serramenti e dei rivestimenti, a superficie liscia o perlinata, le tavole di legno saranno connesse, a richiesta della D.L., o a dente e canale ed incollatura, oppure a canale da apposita animella o linguetta di legno duro incollata a tutta lunghezza.
Le battute delle porte senza telaio verranno eseguite e risega, tanto contro la mazzetta quanto fra le imposte. Le unioni delle parti delle opere in legno e dei serramenti verranno fatte con viti; i chiodi o le punte di Parigi saranno consentiti solo quando sia espressamente indicato dalla D.L..
Tutti gli accessori, ferri ed apparecchi a chiusura, di sostegno, di manovra, ecc., dovranno essere, prima della loro applicazione, accettati dalla D.L.. La loro applicazione ai vari manufatti dovrà venire eseguita a perfetto incastro, per modo da non lasciare alcuna discontinuità, quando sia possibile, mediante bulloni a viti.
Quando trattasi di serramenti da aprire e chiudere, ai telai maestri od ai muri dovranno essere sempre assicurati appositi ganci, catenelle o altro, che, mediante opportuni occhielli ai serramenti, ne fissino la posizione quando i serramenti stessi debbono restare aperti. Per ogni serratura di porta od uscio dovranno essere consegnate due chiavi.
A tutti i serramenti ed altre opere in legno, prima del loro collocamento in opera e previa accurata pulitura a raspa e carta vetrata, verrà applicata una prima mano di olio di lino cotto accuratamente spalmato in modo che il legname ne resti bene impregnato. Essi dovranno conservare il loro colore naturale e, quando la prima mano sarà bene essiccata, si procederà alla loro posa in opera e quindi alla loro pulitura con pomice e carta vetrata.

Art. 47 Restauro e manutenzione serramenti in legno

Generalità - Dopo avere accertato gli eventuali difetti dei serramenti, l'appaltatore dovrà tenendo in considerazione le caratteristiche costruttive e le prescrizioni di progetto, migliorarne le caratteristiche prestazionali richieste dalle già citate norme UNI. Quindi, egli dovrà:
- migliorare la tenuta all'acqua mediante l'applicazione di bande impermeabili verticali ed orizzontali (guarnizioni) che separino i paramenti esterni da quelli interni;
- migliorare la tenuta delle giunzioni poste fra il telaio fisso e la muratura sigillandole mediante specifici elastomeri siliconici, poliuretanici, ecc.;
- migliorare la tenuta dei raccordi fra i serramenti ed i davanzali con i sistemi ritenuti più idonei dalla D.L.;
- rimettere in squadra le ante registrando la ferramenta, revisionando i meccanismi di chiusura e piallando le parti eccedenti;
- guarnire i serramenti mediante sigillanti elastomerici o particolari guarnizioni di tenuta prescritti dagli elaborati di progetto (a compressione, molla, attrito o strisciamento).
Inoltre, l'appaltatore sarà tenuto ad impiegare guarnizioni dalle dimensioni e dallo spessore adatti in modo che, dopo aver chiuso i serramenti, le loro cerniere non siano sottoposte a notevoli sollecitazioni.

Qualsiasi tipo di guarnizione dovrà essere collocata in opera in modo tale da evitare rigonfiamenti o distacchi. Le sostanze sigillanti, le guarnizioni ed i sistemi di tenuta dovranno possedere i requisiti richiesti dalla D.L. ed essere specificatamente adatte al tipo di applicazione che sarà richiesta.
Qualora i serramenti dovessero essere parzialmente reintegrati con nuove parti lignee, l'appaltatore dovrà a proprie spese provvedere al loro smontaggio, al trasporto, se necessario, presso laboratori artigiani, alla reintegrazione con parti in legno aventi le caratteristiche stabilite dall'Art. "Infissi in legno norme generali" del presente capitolato, al trasporto in cantiere, alla ricollocazione ed, infine, alla loro definizione che dovrà avvenire secondo le modalità prescritte all'Art. "Opere da pittore".
(riportare qui di seguito altre istruzioni)

Art. 48 Opere in ferro

Norme generali e particolari

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la D.L., con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribaditure, etc. dovranno essere perfette senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od inizio di imperfezione. Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere rifinita a piè d'opera colorita a minio. Per ogni opera in ferro, a richiesta della D.L., l'appaltatore dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione. L'appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare su posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo. In particolare si prescrive:

Opere da stagnaio, in genere

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri metalli, dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, nonché, lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione. Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario alla loro perfetta funzionalità, come raccordi di attacco, coperchi, viti di spurgo di ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, etc.). Saranno inoltre verniciati con una mano di catrame liquido, ovvero di minio di piombo ed olio di lino cotto, od anche due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della D.L. Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture, o saldature, secondo quanto prescritto dalla D.L. ed in conformità ai campioni, che dovranno essere presentati per l'approvazione. L'impresa ha l'obbligo di presentare, a richiesta della D.L., i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, etc., completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della direzione dei lavori stessa prima dell'inizio delle opere stesse.

Tubazioni e canali di gronda

a) Tubazioni in genere - Le tubazioni in genere del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche di cui all'Art. "Tubazioni" eseguire il minimo percorso compatibile col buon funzionamento di esse e con le necessità dell'estetica; dovranno evitare, per quanto possibile, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti di sezione ed essere collocate in modo da non ingombrare e da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza a giunti, sifoni, etc. Inoltre quelle di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti.
Le condutture interrate all'esterno dell'edificio dovranno ricorrere ad una profondità di almeno metri 1 sotto il piano stradale; quelle orizzontali nell'interno dell'edificio dovranno per quanto possibile, mantenersi distaccate, sia dai muri che dal fondo delle incassature, di 5 cm almeno (evitando di situarle sotto i pavimenti e nei soffitti), ed infine quelle verticali (colonne) anch'esse lungo le pareti, disponendole entro apposite incassature praticate nelle murature, di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni, etc., e fissandole con adatti sostegni.
Quando le tubazioni siano soggette a pressione, anche per breve tempo, dovranno essere sottoposte ad una pressione di prova eguale da 1, 5 a due volte la pressione di esercizio, a secondo delle disposizioni della D.L.
Circa la tenuta, tanto le tubazioni a pressione che quelle a pelo libero dovranno essere provate prima della loro messa in funzione, a cura e spese dell'impresa, e nel caso che si manifestassero delle

perdite, anche di lieve entità, dovranno essere riparate e rese stagne a tutte spese di quest'ultima. Così pure sarà a carico dell'impresa la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni, pluviali, docce, etc., anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.
b) Fissaggio delle tubazioni - Tutte le condutture non interrate dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili, in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno. Tali sostegni, eseguiti di norma in ferro o ghisa malleabile, dovranno essere in due pezzi, snodati a cerniera o con fissaggio a vite, in modo da permettere la rapida rimozione del tubo, ed essere posti a distanze non superiori a mt 1. Le condutture interrate poggeranno, a seconda delle disposizioni della D.L., o su baggioli isolati in muratura di mattoni, o su letto costituito da un massetto in calcestruzzo, di gretonato, pietrisco, etc., che dovrà avere forma tale da ricevere perfettamente la parte inferiore del tubo per almeno 60 gradi, in ogni caso detti sostegni dovranno avere dimensioni tali da garantire il mantenimento delle tubazioni nella esatta posizione stabilita. Nel caso in cui i tubi poggino su sostegni isolati, il rinterro dovrà essere curato in modo particolare.
c) Tubazioni in rame - Saranno eseguite utilizzando laminati di rame Cu-DHP conformemente alla UNI 5649 (parte 1) ed alla UNI 3310. I pluviali verranno realizzati con laminati in rame semi crudo da mm 0, 6 arrotolati, aggraffati e, se richiesto, brasati o elettrosaldati. I canali di gronda verranno realizzati con lastre o nastri semi crudi dello spessore descritto (da 0,5 a 0,8 mm); per grondaie di esecuzione complessa verrà utilizzato esclusivamente rame ricotto con spessore da 0,7 a 0,8 mm. Le giunzioni verranno realizzate mediante semplice sovrapposizione o per aggraffatura piatta; la tenuta verrà assicurata da una corretta brasatura.
d) Tubazioni in P.V.C. per linee verticali - Le giunzioni possono essere a bicchiere con anello di gomma o ad incollaggio. Esse sono staffate ad opportune distanze con cravatte che consentono il supporto e nello stesso tempo lo scorrimento delle condotte:
1) giunzione con anello di gomma, la guarnizione deve essere di materiale elastomerico e posta in una apposita sede ricavata nel bicchiere stesso. Tale guarnizione dovrà assicurare la perfetta tenuta idraulica come prescritto nelle norme UNI 7448/75;
2) guarnizioni ad incollaggio, per tale operazione bisogna provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che esse siano integre, e quindi spalmare sia l'interno del bicchiere che l'esterno del cordolo con apposito collante. Siccome la giunzione ad incollaggio crea un sistema rigido bisogna provvedere all'inserimento di un giunto di dilatazione ad opportune distanze; in particolare nei fabbricati civili e per scarichi caldi o promiscui uno ogni tre metri. Per altre condizioni seguire le norme UNI 7448/75.
d) Tubazioni di P.V.C. per linee interrate - Nei casi in cui il terreno originario sia di natura aspra o ciottolosa si dovrà provvedere a disporre un piano di posa sabbioso ed inoltre ricoprire la tubazione con lo stesso materiale sino ad altezza di cm 15 al di sopra della generatrice superiore del tubo. Al fine di assicurare, nel modo migliore, un sistema di tipo flessibile, le tubazioni dovranno essere dotate di giunto con anello di gomma inserito nel bicchiere facente parte integrante del tubo stesso.
e) Tubazioni in polietilene per linee interrate - Le giunzioni possono avvenire per polidiffusione o per mezzo di manicotti di materiale plastico o metallico. Per la posa in opera in terreni ciottolosi, aspri e tali da non garantire una omogenea e continua aderenza con il tubo, bisognerà formare un letto sabbioso di posa ed inoltre ricoprire la tubazione con lo stesso materiale sino ad una altezza di 15 cm al di sopra della generatrice del tubo stesso.
f) Canali di gronda - Potranno essere in rame e dovranno essere posti in opera con le esatte pendenze che verranno descritte dalla D.L.; i canali di gronda possono essere sagomati in tondo o a sezione diversa, secondo le prescrizioni della D.L.; saranno posti in opera su apposite cicogne e dovranno essere dotati di giunti alfine di consentire l'assorbimento delle dilatazioni termiche a cui sono sottoposti.

Art. 49 Opere da pittore

Norme generali

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura, dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime. Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, indi pomiciate e lisciate, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro. Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici. Perle opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta. Per le opere metalliche

la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate. Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di rifilettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte. La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della D.L. e non sarà ammessa alcuna distinzione tra i colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità. Le successive passate di coloriture ad olio e verniciatura, dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.
In caso di contestazione, qualora l'appaltatore non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'appaltatore stesso. Comunque esso ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della direzione dei lavori una dichiarazione scritta.
Prima di iniziare le opere da pittore, l'impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritte, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della D.L. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, etc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

Esecuzioni particolari

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono. La D.L. avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazioni alle varianti introdotte ed alle indicazioni, della tariffa prezzi, senza che l'impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.
a) Tinteggiature a calce - La tinteggiatura a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione consisterà in:
1 - spolveratura e raschiatura delle superfici;
2 - prima stuccatura a gesso e colla;
3 - levigatura con carta vetrata;
4- applicazione di due mani di tinta a calce. Gli intonaci nuovi dovranno già avere ricevuto la mano preventiva di latte di calce denso (scialbatura).
b) pitture "a fresco" - L'appaltatore stenderà lo strato di pittura a base di latte di calce (nel numero di mani prescritte) mista ai pigmenti minerali più idonei per ottenere la tinta desiderata (preparando la miscela o utilizzando specifici prodotti pronti all'uso), quando l'ultimo strato d'intonaco, costituito preferibilmente di calce aerea (velo), non avrà ancora terminato la presa ma risulterà sufficientemente asciutto da consentire la lavorazione a pennello o a rullo senza distacchi o sbavature. Le particolari esecuzioni tipiche della tradizioni locali saranno impartite dalla D.L. conformemente a quanto previsto negli elaborati di progetto.
c) Velature - qualora si dovessero eseguire tinteggiature con effetto di velatura, l'appaltatore non potrà assolutamente ottenere questo tipo di finitura diluendo le tinte oltre i limiti consigliati dal produttore o consentiti dalla vigente normativa UNI relativa alla classe di prodotto utilizzato. La velatura dovrà essere realizzata nel seguente modo:
- tinte a calce - lo strato di imprimitura (bianco e leggermente in tinta) verrà steso nello spessore più adatto a regolarizzare l'assorbimento del prodotto in modo da diminuire il quantitativo di tinta da applicare come mano di finitura;
- tinte al silicato di potassio - la velatura si otterrà incrementando, nella mano di fondo, il quantitativo di bianco di titanio rutilo e, contemporaneamente, diminuendo il quantitativo di tinta nella mano di finitura;
- tinte polimeriche - la velatura si otterrà incrementando nella mano di fondo il quantitativo di pigmento bianco e miscelando le tinte basi coprenti della mano di finitura un appropriato quantitativo di tinta polimerica trasparente. La tinta trasparente dovrà essere costituita (pena l'immediata perdita del prodotto) dallo stesso polimero utilizzato per la produzione della tinta base.

Art. 50 Impianti particolari

Impianti del ponteggio

A Impianto antifurto-antintrusione per ponteggio con installazione di: n.10 sensori sismici antiscasso con contatto di apertura a protezione di n. 10 finestre dei Musei (5 al primo piano nobile e 5 al secondo); n.2 contatti magnetici di apertura aprotezione delle n. 2 porte di accesso al cantiere; n. 2 sensori volumetrici a doppia tecnologia da esterno, per il rilevamento di movimento all'interno del recinto del cantiere piano terra, a protezione della zona in cui verranno posizionate la centrale e la tastiera di comando e controllo. Inclusa l'installazione di n. 3 barriere lineari ad infrarossi a raggi multipli, in esecuziona da esterno di cui n. 2 poste in verticale e n. 1 in orizzontale. Inclusi manutenzione, montaggio, smontaggio, trasporti A/R e quanto altro necessario per il corretto funzionamento dell'impianto. Tutti i collegamenti dei vari apparati saranno del tipo protetto contro le manomissioni e realizzati con cavo multipolare schermato avente grado di isolamento 4° adatto alla posa in esterno. Con 1 tastiera a codice con visore LCD posizionata nel quadro contenente la centrale di allarme accanto alla porta di ingresso al cantiere. Con sirena esterna con lampeggiatore del tipo protetto contro i tentativi di sabotaggio con dispositivi antischiuma -antitrapanazione. La centrale dell'impianto dovrà essere collegata ai sistemi d'allarme del Museo Correr e del Museo Archeologico ai quali trasmettere gli stati di allarme e guasto..

B Impianto di segnalazione fumi per ponteggio e deposito di cantiere. L'impianto di rilevamento dei fumi dovrà essere dotato di n. 9 rivelatori puntiformi di temperatura (in particolare termovelocimetri e di max temperatura) per i tre piani di ponteggio, il 1°, il 2° e l'ultimo, che si è scelto di sorvegliare. L'impianto dovrà comprendere altri n. 2 rilevatori multicriterio (ottici + termovelocimetri e di max temperatura) nel deposito di cantiere, esterno al ponteggio, nella zona adibita allo stoccaggio di attrezzature e materiali infiammabili;
All'ingresso del deposito e all'ingresso del ponteggio dovranno inoltre essere posizionati n.2 pulsanti manuali di allarme incendio. n.1 pannello acustico e luminoso "allarme incendio"; n. 1 combinatore telefonico automatico a 6 canali digitali per l'invio a numeri della rete urbana o cellulare dei messaggi di allarme incendio e anomalia impianto; n.1 centrale di gestione e controllo a 4 zone Con cablaggio realizzato con cavi di isolamento di grado 4° (doppio isolamento) adatti alla posa in vista, seguendo i percorsi e le modalità di posa dei cavi dell'impianto elettrico provvisorio del ponteggio. Inclusa la manutenzione, lo smontaggio, i trasporti A/R ed ogni altra spesa per il corretto funzionamento dell'impianto. La centrale dell'impianto dovrà essere collegata ai sistemi d'allarme del Museo Correr e del Museo Archeologico ai quali trasmettere gli stati di allarme e guasto.

Impianto elettrostatico di allontanamento piccioni
Fornitura e posa in opera di sistema di allontanamento piccioni a mezzo di impianto elettrostatico formato da 3 generatori di impulsi elettrostatici e linee eletttrostatiche di conduttori in coppia bipolari constituiti da tondino Φ 3mm. in acciaio inossidabile di tipo marino (AISI 316L), fissati a mini-isolatori e collegati ai miniconduttori in rame dei cavetti delle interconnessioni. I mini-isolatori dovranno essere realizzati con materiali isolanti ad elevata rigidita dielettrica, cui andranno applicati filtri molecolari per impedire che polimerizzando sotto l'azione dei raggi ultravioletti, tali mini-isolatori assumano un comportamento fragile. Il collegamento tra conduttori e isolatori dovra avvenire tramite clips, per permettere lo scorrimento dei conduttori sugli isolatori, escludendo tassativamente viti o altri tipi di bloccaggio rigido che possono determinare stati tensionali interni fino alla frattura. I diversi tondini costituenti ciascun conduttore dovranno essere collegati, tramite accurate saldature in opera, con elettrodi in acciaio inossidabile, con esclusione tassativa di viti, boccole o manicotti di bloccaggio. Le saldature tra conduttori in acciaio inox e mini-conduttori in rame delle interconnessioni dovranno essere in pasta d'argento. Le modalita di fissaggio degli isolatori e dei cavi elettrici alla facciata dovranno essere autorizzate esplicitamente dalla DL e varieranno in funzione del pregio del supporto: con piccoli tasselli Φ 4mm. in piombo, con vite in acciaio inossidabile, sigillati con resina bicomponente oppure, escludendo qualsiasi foro sulla superficie lapidea, con solo incollaggio con resina bicomponente.
I generatori di impulsi elettrostatici dovranno essere dotati di un trasformatore di alimentazione a doppio isolamento, come garanzia di sicurezza dai disservizi. L'impianto dovrà inoltre comprendere un segnalatore di interruzione impianto e un allarme acustico tacitabile. Dovrà inoltre essere inclusa la fornitura e predisposizione di una cassetta di derivazione in luogo attiguo ai generatori di impulsi dell'impianto elettrostatico antipiccioni, il relativo quadretto di distribuzione e un impianto generale di messa a terra con terminale nella cassetta di derivazione.

IL PROGETTISTA
Arch. Ilaria Cavaggioni

VISTO: IL RUP
Arch. Anna Chiarelli